

TRABAJO DE GRADO

GESTIÓN DEL VALOR GANADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS
TUCANES

LUISA FERNANDA LEYTON

MELISSA MEJIA GARIZÁBAL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C

AÑO 2021

TRABAJO DE GRADO

GESTIÓN DEL VALOR GANADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS
TUCANES

LUISA FERNANDA LEYTON

MELISSA MEJIA GARIZÁBAL

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de
Obras

Docente

MARIO BONILLA CORREA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C

AÑO 2021



Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es). [Advertencia](#).

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

Dedicatoria

El presente proyecto investigativo lo dedicamos primeramente a Dios, por darnos cada día la fuerza y dedicación para culminar nuestros propósitos y objetivos. Lo dedicamos a nuestros esposos y familiares por acompañarnos en cada etapa de este proyecto y brindarnos todo el apoyo moral, para que sigamos creyendo en nuestras metas y alcanzarlas. También a todas las personas que han participado en la revisión y apoyo académico de esta investigación para poder realizarla satisfactoriamente.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios la oportunidad de crecer personal y profesionalmente cada día, y por darnos la fortaleza para avanzar en cada proyecto de nuestras vidas.

Gracias a nuestros padres: Maira Garizábal, Carlos Mejía, Marina Rico y en especial a Víctor Leyton (Q.E.P.D), por ser quienes nos enseñaron la importancia de amar lo que hacemos y trabajar con pasión y entusiasmo.

A nuestros esposos e hijos: Andrés Madrid, Antonella, Matías; Omar Navarro, por apoyarnos y creer en este proyecto de vida.

Agradecemos a la Universidad Católica de Colombia y a nuestros profesores, por habernos compartido sus conocimientos y brindarnos las herramientas necesarias para desarrollar esta investigación. Especialmente a nuestro tutor Mario Bonilla Correa, por su tiempo, paciencia, dedicación y acompañamiento durante el desarrollo de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ONTENIDO	
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES	2
1.1. Línea de Investigación	2
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.2.1. Antecedentes del problema	3
1.2.2. Pregunta de investigación	6
1.2.3. Variables del problema	6
1.3 JUSTIFICACIÓN	8
1.4 HIPÓTESIS	10
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo general	10
2.2 Objetivos específicos	11
3. MARCOS DE REFERENCIA	11
○ Marco conceptual	11
○ Marco teórico	14
○ Marco jurídico	16
○ Marco geográfico	17
○ Marco demográfico	17
3.1. Estado del arte	17
4. METODOLOGÍA	22
4.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO	22
4.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS	24
4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	26
4.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	26
5. PRODUCTOS A ENTREGAR	28
6. ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS	29

6.1 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	29
6.1.1 Perfil de la estructura para la instalación de tuberías	33
6.1.2 Proceso constructivo en la instalación de redes de acueducto y alcantarillado del caso de estudio	34
6.2 DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DE LAS OBRAS	38
6.3 CRONOGRAMA DE LAS OBRAS	41
6.4 PRESUPUESTOS DE LAS OBRAS	45
6.4.1 Presupuesto del proyecto	46
6.4.2 Presupuesto de la administración de la obra	49
6.5 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO	49
6.5.1 Descripción de la plantilla de datos de la línea base del proyecto	49
6.5.1.1 Recopilación de datos periodo 1 a 7, preliminares y perforación dirigida – Ramming autopista sur.	51
	51
6.5.1.2 Recopilación de datos periodo 1 a 7, instalación de alcantarillado paralelo a la autopista sur. 7	52
6.5.1.3 Recopilación de datos periodo 1 a 7, instalación de la tubería de la vía de acceso a Tucanes	53
6.5.1.4 Recopilación de datos periodo 1 a 7, instalación de tubería de agua potable.	54
6.5.1.5 Recopilación de datos periodo 8 a 14, preliminares y perforación dirigida – Ramming Autopista sur.	55
6.5.1.6 Recopilación de datos periodo 8 a 14, instalación de alcantarillado paralelo a la autopista sur.	56
6.5.1.7 Recopilación de datos, periodo 8 a 14 – instalación de tubería de la vía de acceso a Tucanes.	57
6.5.1.8 Recopilación de datos periodo 8 a 14, instalación de tubería de agua potable.	58
6.5.2 Curva S del valor planeado del proyecto	59
6.5.3 Descripción de la plantilla del valor ganado	60
6.5.4 Curva S valor planeado PV, valor ganado EV, costo real AC, periodos del 1 al 10 del proyecto	70
6.5.5 Análisis de la curva S, PV-EV-AC entre los periodos uno (1) y diez (10)	71
6.5.6 Indicadores de la gestión del valor ganado	73
6.6. INDICADORES DEL PROYECTO	75
6.6.1 Variación del costo	75

6.6.2 Variación del cronograma	77
6.6.3 Índices de desempeño del proyecto SPI, CPI, TCPI	79
6.7 USO DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO EN EL GERENCIAMIENTO DE LA OBRA	80
6.8 ANÁLISIS DOFA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL VALOR GANADO	82
7. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	83
8. NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO	84
9. CONCLUSIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	87

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 VISTA GRÁFICA DEL VALOR GANADO EV, VALOR PLANEADO PV, Y COSTO REAL AC.	7
FIGURA 2. PROCESO SIMPLIFICADO DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO.....	8
FIGURA 3, ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL TRABAJO PARA COMPLETAR TCPI.....	14
FIGURA 4. OPORTUNIDAD DE LOS CAMBIOS EN FUNCIÓN DEL TIEMPO.	16
FIGURA 5 GRÁFICA DE ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICOS	19
FIGURA 6. LOCALIZACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICA DEL PROYECTO.....	29
FIGURA 7. LOTE DE LAS OBRAS DE URBANISMO TUCANES Y ZORZAL.....	30
FIGURA 8. REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO CONSTRUIDAS EN EL AÑO 2017.....	31
FIGURA 9. CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN EJECUCIÓN	32
FIGURA 10. PERFIL DE LA ESTRUCTURA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA	33
FIGURA 11. PROCESO DE ENTIBADO TIPO C3.....	34
FIGURA 12. PROCESO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA	35
FIGURA 13. PROCESO DE PERFORACIÓN DIRIGIDA RAMMING (CRUCE DE LA AUTOPISTA SUR)	36
FIGURA 14. PROCESO DE PERFORACIÓN DIRIGIDA RAMMING, SOLDADURA DE LA TUBERÍA.....	37
FIGURA 15. PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL SUELO DENTRO DE LA CAMISA DE ACERO.....	38
FIGURA 16. EDT. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO	40
FIGURA 17. CRONOGRAMA DE LA OBRA.....	43
FIGURA 18. CURVA S DEL VALOR PLANEADO DEL PROYECTO	59
FIGURA 19. CURVA S DE PV - EV - AC	70
FIGURA 20. GRÁFICO DE LA VARIACIÓN DEL COSTO	75
FIGURA 21. GRÁFICO DE LA VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA.....	77
FIGURA 22. GRÁFICO DE ÍNDICES DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO	79

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 ABREVIATURAS EN INGLÉS DE LAS VARIABLES E ÍNDICES DE MEDICIÓN DEL EVM.	12
TABLA 2 CONCEPTOS DE VARIABLES BÁSICAS, BASADO EN THE STANDARD FOR EARNED VALUE MANAGEMET.....	12
TABLA 3. RESULTADOS DE LOS DOCUMENTOS PUBLICADOS	18
TABLA 4 DOCUMENTOS POR AUTORES.....	19
TABLA 5. PRESUPUESTO DE LA OBRA POR PERÍODO	25
TABLA 6. PLANTILLA DE RECOPIACIÓN DE DATOS	25
TABLA 7 CALCULO DE VALOR GANADO	26
TABLA 8. INFORMES GRÁFICOS	26
TABLA 9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	48
TABLA 10. PRESUPUESTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA OBRA.....	49
TABLA 11. RECOPIACIÓN DE DATOS DE PRELIMINARES Y PERFORACIÓN DIRIGIDA – RAMMING AUTOPISTA SUR, PERIODO 1 A 7	52
TABLA 12. RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN DEL ALCANTARILLADO PARALELO A LA AUTOPISTA SUR, PERIODO 1 A 7	53
TABLA 13. RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE LA VÍA DE ACCESO A TUCANES, PERIODO 1 A 7	53
TABLA 14. RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE, PERIODO 1 A 7 ..	54
TABLA 15. RECOPIACIÓN DE DATOS DE PRELIMINARES Y PERFORACIÓN DIRIGIDA – RAMMING AUTOPISTA SUR, PERIODO 8 A 14	56
TABLA 16. RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN DEL ALCANTARILLADO PARALELO A LA AUTOPISTA SUR, PERIODO 8 AL 14.....	56
TABLA 17. RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE LA VÍA DE ACCESO A TUCANES, PERIODO 8 AL 14	57
TABLA 18. RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE, PERIODO 8 AL 14	58
TABLA 19 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 1	61
TABLA 20 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 2	63
TABLA 21 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 3	64
TABLA 22 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 4	65
TABLA 23 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 5	65

TABLA 24 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 6	66
TABLA 25 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 7	67
TABLA 26 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 8	68
TABLA 27 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 9	69
TABLA 28 - PLANTILLA DE DATOS DEL VALOR GANADO PERIODO 10	69
TABLA 29 - INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO PERÍODO 1 AL 10	74
TABLA 30 INDICADORES DE LA VARIACIÓN DEL COSTO	75
TABLA 31 - INDICADORES DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO.	77
TABLA 32 – ÍNDICES DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO.	79

INTRODUCCIÓN

Para los gerentes de obras es necesario realizar un control iterativo para evaluar el estado del proyecto durante la fase de ejecución. Es muy importante identificar a tiempo las desviaciones que se puedan presentar entre la fase de planificación y la fase de ejecución para la dirección de la obra. Una de las principales habilidades que debe tener el gerente de la obra es tomar decisiones y plantear estrategias que le permitan cumplir con los objetivos establecidos desde el inicio, en el plan de dirección del proyecto.

El análisis del valor ganado establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control, midiendo la gestión del alcance, tiempo y costo mediante las siguientes variables:

- ✓ Valor planificado PV, basado en el presupuesto autorizado y asignado para ejecutar una actividad contemplada en la estructura de desglose de trabajo EDT.
- ✓ Valor ganado EV, es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado.
- ✓ Costo real AC, es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico. [1]

El monitoreo constante de las actividades permite el uso de indicadores para medir el progreso de ejecución de un proyecto, además de facilitar la representación visual de informes de gestión, permitiendo identificar alertas tempranas. [2]

En el desarrollo de esta investigación se usará la gestión del valor ganado EVM en inglés, (Earned Value Management), mediante una planilla de control que consiste en llevar un seguimiento continuo de los presupuestos proyectados, de tal forma que visualmente el gerente de proyecto puede hacer seguimiento de sus proyecciones.

Con este trabajo se pretende implementar el análisis de valor ganado en la fase de suministro e instalación de redes de acueducto y alcantarillado, en el proyecto de obra de urbanismo Los Tucanes, con la finalidad de realizar toda la gestión y control de la obra, e identificar oportunamente las desviaciones en los costos y en el tiempo del proyecto, facilitando a la gerencia tomar las decisiones convenientes para el desarrollo del proyecto.

El análisis de gestión del valor ganado requiere de la implementación práctica de un proceso de seguimiento y control, que permita estandarizar la forma de recopilar la información sobre los avances de la obra durante la construcción, y a partir de esto,

documentar también todos los escenarios que se presenten durante la ejecución de la obra, y de esta manera permitir al gerente de obra crear una base de conocimiento donde registre un historial de los eventos bien sean positivos o negativos, que le servirán como referencia en proyectos futuros.

1. GENERALIDADES

1.1. Línea de Investigación

Este proyecto se ubica en la línea Gestión Integral y Dinámica de las Organizaciones (Gestión y administración de obras) según la definición de líneas de investigación de la Universidad Católica de Colombia.

1.2. Planteamiento del Problema

Llevar un análisis de gestión y control del valor ganado que sea repetitivo en cada faceta del proyecto y que se haga de manera controlada responde de manera inmediata a preguntas como; ¿cuánto ha sido el trabajo ejecutado hasta el momento?, ¿cuánto se planeó gastar y cuánto se ha gastado?, ¿se está cumpliendo con el tiempo? De lo contrario son altas las probabilidades de no conocer e identificar las fallas oportunamente y presentar retrasos o sobre costo al final del proyecto. [2, p. 45]

La implementación del análisis del valor ganado EVM, se realizará en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto urbanización los Tucanes, debido a que la organización no tiene implementado ningún tipo de herramienta de control en las obras y en la actualidad no hacen seguimientos entre la planeación del proyecto y la ejecución.

La principal problemática dentro de la organización se evidencia en los proyectos anteriores, donde pese a que se han realizado entregas a satisfacción de la compañía y los clientes, la realidad financiera de la obra se reduce a sobre costos, retrasos en el cronograma, desperdicios de materiales, y una inadecuada asignación de los recursos.

El análisis del valor ganado EVM, aplicado al proyecto de construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización los Tucanes, servirá como un método para concientizar al gerente de la obra y a la organización, sobre la importancia de llevar un control y gestión de la obra. Además, le ayudará a desarrollar habilidades de gestión que le permitan tomar las mejores decisiones en cualquier momento crítico del proyecto, una forma eficiente es mediante la representación gráfica. El análisis permite mediante las curvas “S” detectar los puntos clave en el avance del proyecto y actuar de forma inmediata con acciones preventivas y correctivas. [3]

Una planeación deficiente, donde no hay control del alcance puede llevarlo a asumir costos por tareas que no estaban contempladas en el paquete de trabajo del

proyecto. Es importante conocer las tareas que está ejecutando y cuál es el objetivo de ésta en el entregable, esta es una manera de asegurarse de entregar lo que el cliente está pidiendo, y en caso de cambios en el alcance, le permite a tiempo contemplar esos costos en una nueva negociación con el cliente. [5]

La inexistencia o deficiencia de una técnica de análisis de datos y control del rendimiento dentro del proyecto, no permitirá detectar de manera temprana los sobrecostos, retrasos en el calendario y desviación del alcance de la obra. [3]

El análisis del valor ganado permite realizar un control, donde se integran el alcance, el cronograma y el presupuesto, para medir el desempeño del proyecto. “El cronograma del proyecto muestra el calendario de logros e interfases clave. También proporciona evidencia de que el plan de gestión del proyecto respalda el acuerdo de las partes interesadas con respecto a los objetivos del proyecto.” [5] El cronograma hace parte de la estructura del proyecto; antes de iniciar la obra, es necesario tener conocimiento de la disponibilidad y limitaciones de los recursos, logrando de esta manera un equilibrio entre la programación y los recursos identificados en el proyecto. Ibid., p.

1.2.1. Antecedentes del problema

Según la revista Semana, uno de los proyectos de construcción más grande en la historia de la ingeniería colombiana, es la Refinería de Cartagena, o “Reficar”. Este ha sido un proyecto muy polémico debido a las irregularidades contractuales, desfases en el presupuesto e incumplimiento en los plazos de entrega. [6]

En Colombia últimamente en la gestión de proyectos de construcción se ha aplicado el concepto de “gestión de la productividad”, sin embargo se manifiesta que las problemáticas más comunes en la ejecución de las obras, de los proyectos de construcción Colombianos, se deben a factores como; suministro tardío de los materiales, falta de claridad en los documentos del proyecto y en los planos, estrategias de corrección tardías, escasez de equipos y herramientas, y falta de capacitación y preparación técnica de los trabajadores. [4]

En entrevista realizada por la radio Nacional de Colombia, en el año 2016, al entonces ministro de hacienda Juan Carlos Echeverry, y ante los cuestionamientos por los resultados negativos en el proyecto Reficar, éste argumentó: “Este proyecto no fue bien planeado desde el comienzo, es un proyecto que se inició sin haber contado con todos los estudios”, por otro lado, en la misma entrevista, el entonces presidente de Reficar Reyes Reinoso, afirmó: “Es un proyecto que a pesar de sus costos, mayores a los estimados, es rentable, y generará ingresos no solo para pagar la deuda sino para generar utilidades”, además agregó que proyectos de esta magnitud no son fáciles de ejecutar y que están propensos a generar sobrecostos. [6]

Entre otros antecedentes históricos de proyectos fallidos en Colombia debido a mala planeación y deficiencia en el control y gestión de la ejecución de las obras, se encuentran:

- ✓ El proyecto de Hidroituango, ubicado en el departamento de Antioquia. En el 2018, un derrumbe que generó alertas de evacuación en 17 municipios cercanos dejó en evidencia los problemas técnicos, económicos, y de planeación, entre otros factores, de ésta mega obra.
- ✓ La estructura de la tribuna occidental del estadio de Fútbol Guillermo Plazas Acid, de Neiva. En el año 2016 se desplomó. Investigaciones arrojaron como resultado mala planeación y uso deficiente de los recursos, además de mala calidad en los materiales usados.

Además de los proyectos anteriormente mencionados, son muchos los que en Colombia evidencian que la construcción de proyectos de ingeniería civil no cumple con un proceso de gestión y control que desde la planeación inicial garantice la entrega de las obras sin desviarse del alcance.

En antecedentes más específicos, se encontraron investigaciones realizadas en Colombia y en otros países, donde el análisis de gestión del valor ganado EVM, se implementó como una herramienta para garantizar el control de los proyectos en el sector de la construcción

El proyecto de vivienda Hacienda Madrid el Prado, es un proyecto de la empresa Constructora Bolívar, ejecutado en Colombia en el año 2016. En este proyecto se realizó la implementación del análisis del valor ganado EVM, debido a que, según las actas parciales de las obras, con respecto al avance de cronograma, reflejaban atrasos en algunos capítulos de la ejecución del proyecto, generando sobrecostos en la obra y debían ser revisados en detalle para tomar acciones correctivas. La empresa utilizaba otro tipo de herramienta de gestión y control que no estaban dando resultados. Con el fin de atender esta problemática, la organización decidió implementar en la obra el análisis de valor ganado EVM, y lograron demostrar que es la herramienta más efectiva que ayuda a predecir las desviaciones del proyecto y tomar las decisiones en el momento adecuado. [7]

En Colombia, en el año 2013 se realizó un “análisis e implementación del método de valor ganado para el control de proyectos de cableado estructurado”, en la ciudad de Bogotá, con el fin de medir el desempeño del proyecto y ofrecer el método del valor ganado como una herramienta para evitar que en Colombia los proyectos sigan fracasando por los sobrecostos, cambios en los objetivos, incumplimiento del alcance, y mejorar la comunicación entre los involucrados en la ejecución de la obra.

Se realizó la instalación del cableado en algunos liceos y se evaluó un registro de cada tarea, con el fin de que las actividades pudieran coincidir en su cronograma.

Los resultados obtenidos en el análisis evidenciaron que el índice de desempeño del cronograma (SPI) e índice de desempeño de costos (CPI), son indicadores que proporciona información precisa, para predecir cómo se puede desarrollar y mejorar el proyecto, para saber si finalizará de la forma adecuada y con los resultados esperados. [8]

En Polonia, en el año 2016, realizaron una investigación titulada, “aplicación del método de Gestión del Valor Ganado, sigla en inglés EVM, y sus extensiones en la implementación de objetos de construcción”. [9] La problemática se enfoca en que, según el autor, una característica de los proyectos de construcción en el país es superar el tiempo y el presupuesto previsto en la planeación de los proyectos. Y que solo un pequeño número de empresas utilizan herramientas eficientes para la medición del desempeño de la inversión, durante la ejecución del proyecto. Esta investigación se realizó en función de 5 entregables en ejecución y la implementación se llevó a cabo simultáneamente con la construcción de la obra. Ibid.; p.189

Basados en los resultados de la implementación del análisis EVM, concluyeron que la fiabilidad de los datos e información recopilada, son esenciales para poder identificar las desviaciones del proyecto en términos de costo y duración de inversiones en construcción, además, concluyeron que el EVM se puede aplicar en cualquier nivel de detalle del proyecto y que la estructura desglosada de trabajo EDT “debería ser adaptada a las características específicas del proyecto, la escala, el tamaño y el propósito para el que está preparado. La planificación de una tarea individual con un alto grado asignado (cubriendo una parte significativa de la totalidad de los costos del proyecto)” [9, p. 196]

En una investigación realizada en Kuala Lumpur y Selangor en Malasia, en el año 2009 a 2010, los autores se enfocan en identificar, por qué en Malasia las empresas de construcción no usan el análisis del valor ganado EVM como herramienta para monitorear la gestión del proyecto, pese a que es una de las más conocidas para pronosticar el desempeño del proyecto, y por lo contrario prefieren usar herramientas que el autor considera menos eficientes, a la hora de pronosticar el desempeño futuro de la obra. El objetivo principal de la investigación fue identificar las ventajas del análisis de la gestión del valor ganado EVM, sobre las herramientas actualmente empleadas. Usaron como metodología para la investigación, la realización de entrevistas para obtener los conocimientos de los entrevistados en la Gestión del Valor Ganado EVM. Llevaron a cabo la investigación, en 7 empresas del sector privado y 5 del sector público, para un total de 12 entrevistados, cada uno de ellos participando en proyectos de construcción en ejecución, para la fecha de realización de las entrevistas [10]

La conclusión de la investigación fue que el análisis del valor ganado, en inglés, Earned Value Management EVM, es más usado en proyectos de alta complejidad o tamaño, la debido a los beneficios de control y orden en el proyecto. Argumentan que los proyectos más grandes tienen suficientes recursos para realizar capacitaciones y utilizar todo tipos de programas que ayuden a la implementación del EVM, a diferencia de los proyectos pequeños, según la perspectiva de los interesados indicó que la implementación del EVM requería de muchos recursos económicos, tiempo y disposición del personal, considerando que estas labores no hacen parte de las prioridades de la empresa. Sin embargo, concluyeron que el EVM es ideal implementarlo en cualquier tipo de proyectos de la construcción sin importar el tamaño. De hecho, es una de las principales recomendaciones de operación. Ibid.; p. 454

1.2.2. Pregunta de investigación

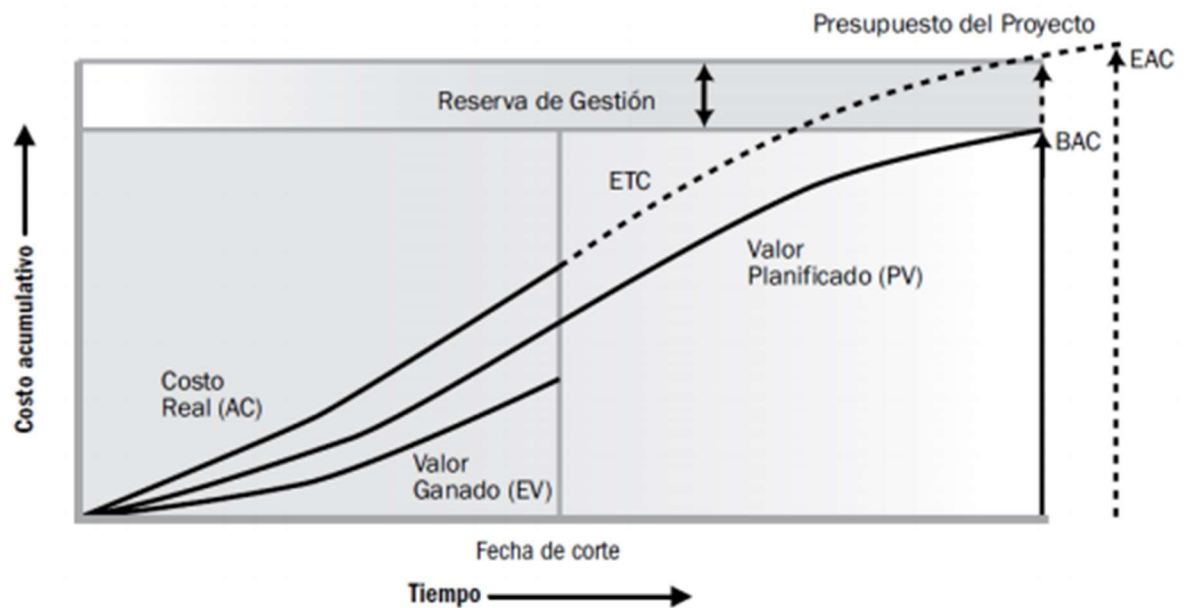
Durante el desarrollo de esta investigación, y apoyados en el análisis de toda la información recopilada, se pretende dar respuesta a la pregunta, ¿Qué resultados ofrece a la gerencia de obra, la gestión del valor ganado en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto urbanización los Tucanes?

1.2.3. Variables del problema

La primera variable que se obtiene en el análisis de la gestión del valor ganado es el valor planeado PV, que no es otra cosa que el flujo de caja acumulado, con el que se soportaron las cifras que se planeó gastar durante la duración del proyecto. Se continúa con el cálculo del valor ganado o valor generado EV, siendo este un estimado del trabajo físico actualmente empleado, y el costo real AC, que es el valor gastado a la fecha.

En esta investigación se medirán las variables de valor planeado PV, valor ganado EV, y el costo real AC, en cada corte de obra, teniendo como referencia de información las actas parciales y facturación, información que previamente contaría con la revisión y aceptación del encargado de la obra. Ver representación gráfica de las variables, Figura 1.

Figura 1 Vista gráfica del Valor ganado EV, Valor planeado PV, y Costo real AC.



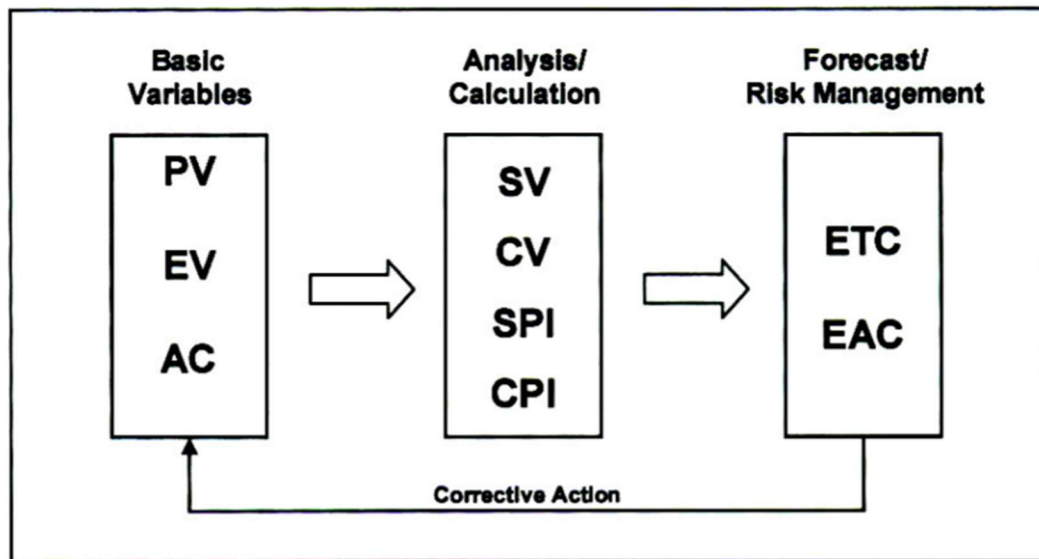
FUENTE: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Sixth Edition and Agile Practice Guide. [1] p.246

Las tres principales variables mencionadas, permiten que durante la ejecución se controlen e interpreten otros métodos de medición como:

- ✓ Variación del cronograma SV
- ✓ Variación del costo CV
- ✓ Índice de desempeño del cronograma SPI
- ✓ El índice del desempeño del costo CPI
- ✓ Estimado hasta la conclusión ETC
- ✓ Estimado a la conclusión EAC [11]

A continuación, en la figura 2, se puede observar de forma simplificada el proceso del EVM.

Figura 2. Proceso simplificado de la gestión del valor ganado



FUENTE: The ABCs, of earned Value Application. [11]

Con los valores de las variables de PV, EV, AC, se realizarán análisis de indicadores de desempeño del Valor ganado EVM, que “brindan información complementaria para comprender el desempeño actual y sus causas, la viabilidad de los objetivos y las tendencias futuras” [5, p. 150] Durante el desarrollo y la práctica del proyecto, se busca diseñar informes gráficos sobre el comportamiento de estas variables en la práctica, y basados en la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, la guía PMBOK, interpretar los resultados.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Una de las principales causas por las que un proyecto de construcción sobrepasa los costos planeados es la falta de control y gestión del proyecto, el no conocer los tiempos de la ejecución, rendimientos de los recursos usados y los costos que se generan en el proyecto, le dificulta a quien lidera la obra, identificar si el proyecto está dentro o fuera de la planeación. “El análisis del valor ganado, EVM ayuda a identificar las causas de las desviaciones de la línea base del proyecto que pueden necesitar planificación de recuperación” [5, p. 28] Esta investigación tiene como finalidad realizar el proceso de implementación del análisis de la gestión del valor ganado en el proyecto de obra de urbanismo, Urbanización Los Tucanes, en la fase de instalación de redes de acueducto y alcantarillado. Se debe tener en cuenta que la organización no tiene implementado ningún tipo de sistema de control de los proyectos, ni hacen un seguimiento comparativo entre la planeación del proyecto y la ejecución.

También se busca identificar las necesidades administrativas y operativas durante las fases de ejecución de la obra, y analizar las opciones de mejora en los procesos de construcción. La metodología que se usará consiste en implementar el análisis de gestión del valor ganado, en inglés (Earned Value Management) EVM, mediante una planilla de gestión y control, que facilite la recopilación de la información, y arroje informes visuales del comportamiento de la obra durante la duración del proyecto. Una de las motivaciones que impulsa a la realización de este proyecto, es poner en práctica desde la parte académica las bases de gestión y control, basados en la guía de análisis de la gestión del valor ganado EVM, en inglés (Earned Value Management), además, de facilitarles a quienes desarrollan estas actividades gerenciales en las obras la toma de decisiones, mediante una representación visual del estado de los proyectos. [1]

La implementación de la gestión del valor ganado se realizará en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto Urbanización Los Tucanes, este proyecto será construido por la empresa Fundación Compartir. El lote donde se van a ejecutar las obras está ubicado en la ciudad de Bogotá, Colombia, sobre la autopista sur, en frente de espumados, a 3 kilómetros de los centros comerciales Ventura Terreros y Mercurio. Está ubicado a 2.5 Kilómetros de San Mateo.

Al proyecto lo cruza una afectación de línea de alta tensión de 3.186,75 m² que está actualmente construida y una afectación adicional 1.298,92 m² correspondiente a la Autopista Sur. El proyecto cuenta con una zona verde en Reserva Forestal de 16.772,77 m² que por su naturaleza hace parte de la estructura ecológica de la zona. Adicionalmente, se proyecta el desarrollo de un parque de 9.422,26 m² que junto con el equipamiento propuesto de 5.216,47 m², resultan en más de 3 ha de áreas verdes. El parque los construye Prodesa.

La Urbanización Los Tucanes, actualmente cuenta con dos proyectos construidos y se planea construir dos proyectos más. Uno de los problemas que se encontraron en el proyecto y por el cual surge la necesidad de realizar la implementación de la gestión del valor ganado EVM, se debe a que, por falta de flujo económico, la empresa no pudo culminar las actividades de urbanismo en el 2017, dejando sin servicios públicos definitivos a los dos proyectos construidos. Los proyectos actualmente cuentan con servicio eléctrico y el suministro de agua se hace mediante carrotanque.

Para garantizar el agua potable en el lote, la empresa de acueducto de Bogotá pidió a la empresa constructora Fundación Compartir, realizar el cambio de una tubería en el Barrio los Ducales, equivalente a 480 metros lineales de tubería. En la actualidad, la empresa planea retomar las obras de construcción, siendo esta una de las principales motivaciones y oportunidad para la implementación de la gestión del valor ganado y realizar un control continuo durante la ejecución del proyecto.

Surge la necesidad de que los gerentes de proyectos tengan la obligación de capacitarse periódicamente, y actualizarse en todas las herramientas que hoy ofrece el mercado académico, para dar solución a muchas problemáticas que se presentan en la ejecución de las obras. Si bien, se considera que los profesionales en el área de la ingeniería y arquitectura conocen y tienen manejo técnico de todos sus proyectos, es importante dar a conocer las consecuencias negativas de una mala práctica administrativa para la organización y las obras. También las consecuencias negativas de no contar con un proceso de gestión y control que regule desde un enfoque operativo y financiero, el uso adecuado de los recursos. [12]

Se considera que, si los proyectos se ejecutan dentro de una línea de seguimiento, enfocada en cumplir con los objetivos, y alcances propuestos desde la planeación, lograr que la organización tenga como valor agregado, un historial de proyectos ejecutados que representen información atractiva para los clientes internos y externos de la empresa. [3]

Es importante entender todos los factores ambientales de la organización, siendo necesario identificar las políticas de la compañía, respecto a la contratación y ejecución las obras. Y conocer desde el inicio, el alcance del proyecto y la estructura desglosada del trabajo EDT. [13]

Con esta implementación del análisis de gestión del valor ganado, en inglés (Earned Value Management) EVM, se espera brindar a la organización a partir de la estructura desglosada de trabajo EDT:

- Identificar el entregable del proyecto para así cumplir con los objetivos establecidos.
- Revisar y conocer toda la información relacionada con el alcance del proyecto.
- Definir los entregables del proyecto. Seguimiento constante a las tareas establecidas en el EDT [13]

1.4 HIPÓTESIS

La implementación del análisis de la gestión del valor ganado en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto urbanización los tucanes, permitirá la toma de decisiones oportunamente mediante el control total del tiempo, recursos y los costos del proyecto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Implementar el análisis de la gestión del valor ganado en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado de las obras de urbanismo, del proyecto Urbanización Los Tucanes.

2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un instrumento de recolección de datos, de acuerdo con las buenas prácticas de gestión de proyectos, documentadas en la gestión del valor ganado, que permita la recopilación eficiente de información.
- Recolectar la información relacionada a la implementación de la gestión del valor ganado en el proyecto, mediante el instrumento de recolección de datos durante el control y gestión de la obra.
- Identificar alertas tempranas sobre desvíos en el presupuesto o en el cronograma de la obra, que permitan la toma de decisiones oportunamente en cualquier fase del proyecto.
- Elaborar gráficas de curvas S de valor planeado, costo real y de valor de ganado para el seguimiento de proyecto.

3. MARCOS DE REFERENCIA

○ Marco conceptual

“El Earned Value Management, EVM, en español, la gestión del valor ganado; es una metodología de gestión para integrar el alcance, el cronograma y los recursos; medir objetivamente el desempeño y el progreso del proyecto; y pronósticos del resultado del proyecto”. [5, p. 4]

El mundo mediante la tecnología se ha globalizado de una manera tan rápida, que las empresas para optimizar sus procesos en la aplicación de la gestión del valor ganado EVM, han estandarizado los conceptos, unificando el lenguaje en términos de gestión gerencial, lo que permite comprender de forma inmediata los avances y nuevos desarrollos, referentes a la gestión del valor ganado EVM.

Es importante que un gerente de proyecto se familiarice con las abreviaturas en inglés, relacionadas a las variables e índices de medición del análisis de gestión del valor ganado EVM, como se relaciona en la tabla 1. [14]

Tabla 1 Abreviaturas en inglés de las variables e índices de medición del EVM.

Abbreviations		ETC	Estimate to complete
AC(WP)	Actual Cost (of Work Performed)	EV(A)	Earned Value (Analysis)
AE	Apportioned Effort	EVM(S)	Earned Value Management (System)
BAC	Budget at Completion	LOE	Level of Effort
BCWS	Budgeted Cost of Work Scheduled	NVA	Net Value Added
BCWP	Budgeted Cost of Work Performed	OBS	Organisational Breakdown Structure
C/SCSC	Cost/Schedule Control Systems Criteria	PMB	Performance Measurement Baseline
CA(M)	Control Account (Manager)	PV	Planned Value
CF	Carbon Footprint	RAM	Responsibility Assignment Matrix
CPI	Cost Performance Index	SPI	Schedule Performance Index
CPM	Critical Path Method	TCPI	To-Complete Performance Index
EAC	Estimate At Completion	VAC	Variance at Completion
ES	Earned Schedule	WBS	Work Breakdown Structure

FUENTE: Earned Green Value management for project management, [14] p. 180

A parte de las abreviaturas mencionadas en la tabla 6, es necesario conocer el concepto de la estructura de desglose de trabajo EDT, en inglés expresado con la sigla WBS (Work Breakdown Structure).

Según la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK); la EDT/WBS es el proceso de subdividir los entregables y paquetes de trabajo del proyecto, en una representación simple y organizada, que proporcione una visión estructurada del alcance, es decir, de lo que se debe entregar. [1]

Continuando con los conceptos utilizados en el análisis de la gestión del valor ganado EVM, es necesario conocer el significado de las siguientes siglas y principales variables del análisis EVM, según (The standard for earned value management). Ver tabla 2.

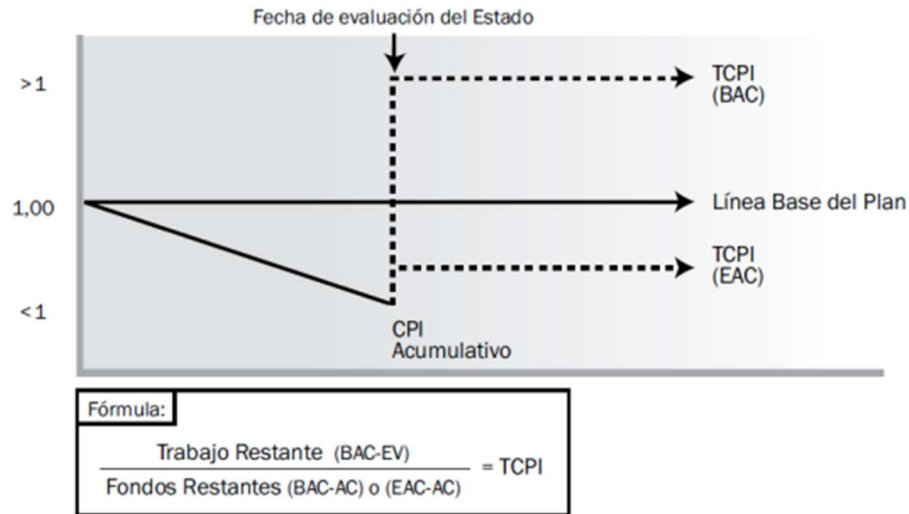
Tabla 2 Conceptos de variables básicas, basado en The standard for Earned Value Managemet.

VARIABLES BÁSICAS		Definición
AC - Actual Cost	Costo actual	Es el costo realmente incurrido durante la ejecución de una de las actividades establecidas en la EDT.
PV - Planned Value	Valor planeado	se considera la línea base de costos del proyecto, y representa el valor del trabajo físico que se planeó emplear desde el inicio del proyecto hasta la primera fecha de corte del proyecto. Se expresa también como PVs, (Valor planeado acumulado) y representa el presupuesto del proyecto hasta la conclusión BAC (Budget At Completion).
EV- Earned Value	Valor ganado	es el valor del trabajo físico actualmente empleado, esta variable mide el avance del proyecto, y debe ser igual a la línea base del proyecto y no debe estar por arriba del valor planeado PV.

FUENTE: The standard for earned value management, GLOBAL STANDARD [5]

- CPI (Cost performance index) - Índice de desempeño del costo. Es una medición del costo de los recursos del presupuesto planeado, y se considera el indicador más crítico del EVM. Sirve para medir el desempeño del costo para el trabajo completado. La fórmula se calcula: $CPI = EV/AC$. Si el CPI es superior a 1,0 indica que el costo está por debajo del desempeño a la fecha, si es inferior a 1,0 indica un sobre costo en relación con la planeación. [15]
- SV (Schedule Variance) - Variación del cronograma; Es la diferencia entre el valor ganado EV y el valor planeado PV, mide el estado de la obra y se expresa en retrasos o adelantos en relación con la fecha de entrega del proyecto y la línea base del cronograma. Se formula $SV=EV-PV$, Si el resultado es positivo, indica adelanto en el cronograma del proyecto, si es negativo indica que el proyecto está atrasado. Al finalizar la ejecución de la obra debe ser cero, e indica que ya ocurrieron los valores planeados. [15]
- SPI (Schedule performance index) - Índice de desempeño del cronograma; Indica la eficiencia de la ejecución de la obra, y expresa que tan rápido se mueve el proyecto según lo planeado, se utiliza para predecir la fecha de la conclusión del proyecto. La fórmula se enuncia, $SPI = EV/PV$. Si el resultado es menor a 1,0 indica que el trabajo es menor al planeado, si es mayor a 1,0 indica que el trabajo es mayor a lo planeado. Si es igual a 1,0 indica que el trabajo se realiza según la línea base. El SPI mide todo el proyecto [16] por tanto, se debe analizar el desempeño en la ruta crítica para predecir si el proyecto terminará antes o después de lo planeado. [16]
- BAC (Budget at completion) - Presupuesto hasta la conclusión; “Suma de todos los presupuestos establecidos para el trabajo a ser realizado”. [1, p. 721]
- EAC (Estimate at completion) - Estimado hasta la conclusión; Es un estimado de cuánto costará el proyecto cuando este se haya completado, predice el costo total del proyecto. La fórmula: $EAC = BAC/CPI$. [1, p. 709]
- ETC (Estimate to complete) – “Estimado al terminar; Es el costo previsto para terminar todo el trabajo restante del proyecto”. [1, p. 709]
- TCPI (To-complete performance index) - Índice de desempeño para completar; mide la dependencia del trabajo que hace falta para completar el proyecto, y los recursos restantes para cumplir la meta planeada. La fórmula se expresa $TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$. Un TCPI mayor a 1,0 indica que hay que ejercer un esfuerzo adicional a lo planeado, y exceder el presupuesto. [1, p. 263] Ver figura 6.

Figura 3, Índice de desempeño del trabajo para completar TCPI.



FUENTE: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Sixth Edition and Agile Practice Guide. [1]

Uno de los entregables de esta investigación, son los análisis gráficos de la ejecución del proyecto “Curvas S”, donde se evidencia el comportamiento de la ejecución del proyecto en relación con la planeación inicial.

Los proyectos de ingeniería civil, en la faceta de construcción o ejecución de las obras, deben realizar diferentes tareas que hacen parte de los paquetes de trabajo establecidos en la EDT. Estas actividades consumen dinero y tiempo, que a lo largo de la duración de la ejecución se pueden controlar haciendo un seguimiento al avance físico y económico del proyecto. Este avance no se desarrolla de manera lineal, debido a que el avance de la obra no es constante, sino que puede variar en el tiempo, unas veces más rápido y otras veces lento. Por tanto, es la graficación mediante campanas de Gauss la forma más eficiente de hacer seguimiento al avance de la obra. [17]

○ Marco teórico

El análisis del valor ganado EVM, en inglés earned value management, se introdujo en la administración de proyectos, impulsado por el Project Management Institute (PMI), en el año 2005, sin embargo, en la gestión de proyectos se habla de EVM desde aproximadamente el año 1950. [18]

Algunos acontecimientos importantes que se pueden mencionar en el desarrollo del análisis del valor ganado son:

En el año 1917, Henry Gantt ideó un sistema para planear gráficamente, conocido como el diagrama de Gantt, en el que se detallan las actividades a realizar en un proyecto y la duración de estas, además de establecer los tiempos de finalización de cada actividad. Este método se consideró efectivo para planear gráficamente un proyecto y lograr visualizar el estado de la obra optimizando el tiempo y apreciando el uso de cada recurso empleado por actividad o tarea. [19]

Es hasta el año 1957, que, Dupont corporation, inventa el método de ruta crítica, en inglés Critical Path Method (CPM), método actualmente integrado en el diagrama de Gantt. El método se enfoca en conocer las actividades del proyecto y la duración de cada tarea, de esta manera supone que no existe incertidumbre en la ejecución del proyecto y así llevar una secuencia de cada actividad, relacionarlas entre si e identificar el impacto que una tarea puede tener sobre otra. [18]

La estructura desglosada de trabajo EDT, tiene origen en los años 50 y fue el departamento de defensa de los Estados Unidos y la Nasa, quienes aplicaron este método en sus procesos con la finalidad de simplificar cualquier tarea por abrumadora que pareciera. Y la práctica de la EDT llevó a concluir que esta herramienta debe ser utilizada en la gestión de cualquier proyecto. [13]

En el año 1969, nace El Project Management Institute en los Estados Unidos, y desde ese momento se conoce como “La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK)” y se considera en la actualidad como la herramienta más usada en la gestión de proyectos. Es hasta el año 1987 que se publica la guía PMBOK, y surgió como una documentación de las prácticas en la administración de proyectos. Ediciones publicadas posteriormente, en el año 1996, 2000, 2008 hasta la actualidad, convierten la guía PMBOK en un estándar global para la gestión de proyectos. [18]

Según la teoría de Mattos y Valderrama 2014, en su libro “Métodos de planificación y control de las obras”, ilustran gráficamente el concepto de “Oportunidad constructiva” y la definen como toma de decisiones de manera oportuna que permite redireccionar el proyecto y aplicar las acciones correctivas y preventivas de forma eficiente. A su vez, surge el concepto “Oportunidad destructiva” y la definen como la toma de decisiones o medidas correctivas cuando los retrasos del proyecto son irreversibles. [12] Ver figura 4.

Figura 4. Oportunidad de los cambios en función del tiempo.



FUENTE: Métodos de planificación y control de las obras, del diagrama de barras al BIM [12]

Sin duda alguna, el tiempo es uno de los factores críticos en la planeación, medición y seguimiento de un proyecto de construcción; por tal motivo existen muchas herramientas y métodos enfocadas a controlar los proyectos en función del tiempo.

El sector de la construcción en Reino Unido, en el año 1998 tomó como reto medir el rendimiento de sus proyectos en una amplia lista de tareas, y cumplir con una serie de objetivos de mejora. Éste reto obtuvo como resultado los parámetros conocidos como “Key Performance Indicators, KPI”; Los resultados se expresan en valores porcentuales y sirven para medir tareas específicas que estén relacionadas con objetivos previstos. Generalmente se aplica para valorar actividades que son difíciles de medir, como el servicio, la satisfacción y el compromiso de los empleados en la tarea. [12]

○ **Marco jurídico**

En Colombia existen muchas obras inconclusas por diversos factores. El congreso de la república aprobó la ley 2020 del 2020, “Por medio de la cual se decreta el registro nacional de Obras Civiles inconclusas de las entidades estatales y se dictan otras disposiciones”, Según lo indica la ley, el registro debe contener: [20]

- Nombre de las entidades contratantes
- Fuentes de financiación

- Identificación de los contratistas, consultores, interventores y demás involucrados en el proceso.
- Ubicación geográfica - Planos y licencias.

Con el objetivo de crear un registro de todos los proyectos de construcción inconclusos en el territorio colombiano y así, tener los datos de esas obras, y abrir las investigaciones pertinentes en pro a la reactivación y culminación de estas. [20]

Sin embargo, al momento de la contratación de un proyecto estatal, son los denominados pliegos tipo, los que detallan las condiciones que debe cumplir la empresa que ejecutará el proyecto. Y las únicas entidades que están obligadas a cumplir con las exigencias establecidas en los pliegos son “todas aquellas que están sometidas al Estatuto de Contratación que den apertura a licitaciones de obras públicas de infraestructura de transporte” Según (Artículo 2.2.1.2.6.1.2 del Decreto 342 de 2019)

○ **Marco geográfico**

En el caso de esta investigación, la implementación del análisis de la gestión del valor ganado EVM, se realizará en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización Los Tucanes, Ubicado sobre la Autopista Sur. Enfrente de Espumados de Colombia, a 3 km de los Centros Comerciales Ventura Terreros y Mercurio. a 2.5 km de la Estación San Mateo, en el Municipio Soacha, departamento de Cundinamarca.

○ **Marco demográfico**

Al proyecto lo cruza una afectación de línea de alta tensión de 3.186,75 m² que está actualmente construida y una afectación adicional 1.298,92 m² correspondiente a la Autopista Sur. El proyecto cuenta con una zona verde en Reserva Forestal de 16.772,77 m² que por su naturaleza hace parte de la estructura ecológica de la zona. Adicionalmente, se proyecta el desarrollo de un parque de 9.422,26 m² que junto con el equipamiento propuesto de 5.216,47 m², resultan en más de 3 ha de áreas verdes. El parque los construye Prodesa.

3.1. Estado del arte

Realizando una investigación histórica sobre las publicaciones en Colombia y en otros países, relacionadas con la implementación del análisis del valor ganado, en empresas de construcción, y usando la herramienta de búsqueda SCOPUS, de la Universidad Católica de Colombia, se encontró un detalle de referencias bibliográficas representados en las tablas 3 y 4. En las tablas a continuación, se observa el contenido de la información graficada en la figura 8.

Tabla 3. Resultados de los documentos publicados

55 document results

Year ↓	Documents ↑
2020	8
2019	9
2018	1
2017	7
2016	9
2015	10
2014	11

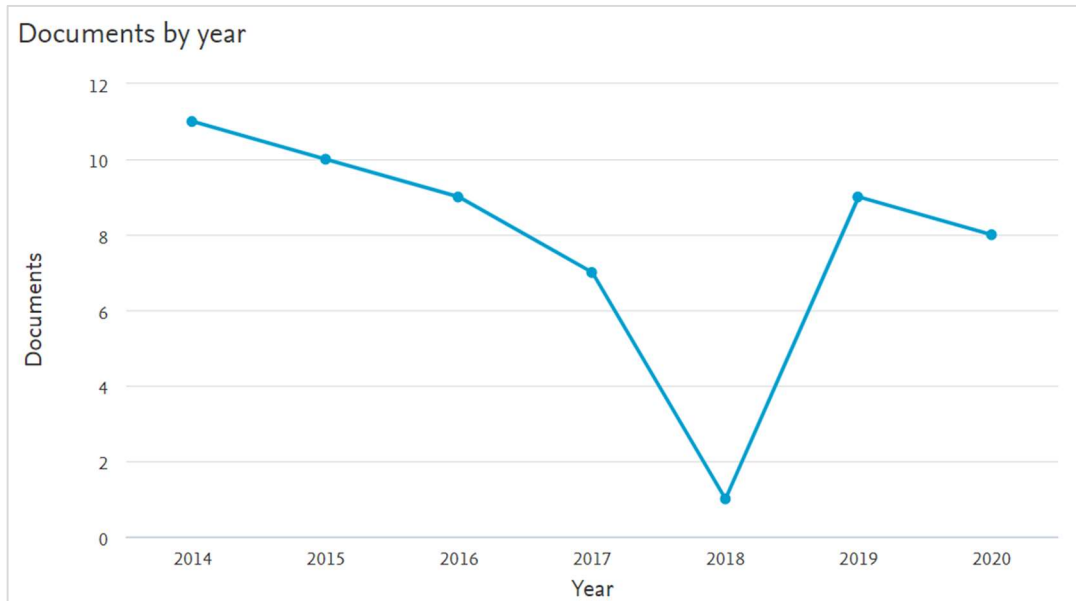
FUENTE: Biblioteca universidad católica, base de datos SCOPUS

Tabla 4 Documentos por autores



FUENTE: Biblioteca universidad católica, base de datos SCOPUS

Figura 5 Gráfica de análisis bibliográficos



FUENTE: Biblioteca universidad católica, base de datos SCOPUS

Entre el año 2015 y 2020, se puede analizar que se habla propiamente de implementaciones o aplicaciones de análisis EVM, en proyectos reales. Obteniendo los resultados que promete la gestión y control del valor ganado en su análisis. En las implementaciones se evidenció, que las empresas confirman que esta es una forma eficiente que permite a los gerentes de las obras tomar decisiones de manera oportuna y anticiparse a la toma de decisiones, para evitar desviaciones en el alcance de la obra.

El libro “The Estarnandard for Earned Value Management, GLOBALD STANDARD” 2019, basado en las normatividades y directrices de Project Management Institute, PMI, describe mediante un proceso, como se debe aplicar en los proyectos el EVM y proporciona un enfoque óptimo para la planeación y ejecución de proyectos.

Esta investigación está basada en la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, Guía PMBOK. 2017, donde se establecen las buenas prácticas relacionadas con la gestión de los proyectos.

En el año 2014, en el departamento de Risaralda, se aplicó la “Implementación de la técnica EVM - proyecto infraestructura educativa, aulas y baterías temporales”. En esta investigación, al momento de realizar el análisis por corte de obra del proyecto, encontraron que el comportamiento económico de la obra con respecto al tiempo se había ejecutado tan solo en un 60%, donde el esperado era de una ejecución del 74% de las actividades. Para el análisis de los índices dio como

resultado que si el proyecto seguía con esa tendencia le implicaría a la compañía un sobre costo. El análisis permitió identificar, que el proceso que estaba ocasionando las desviaciones según lo planeado, era el de transporte de materiales y mano de obra, por lo que pudieron plantear acciones correctivas y generar una mejora en la ejecución de las actividades. [21]

En el año 2014, se realizó la “implementación de la metodología del valor ganado en un proyecto de infraestructura vial” que Contempla el análisis de valor ganado en la rehabilitación y ampliación a doble calzada, de una vía nacional que conduce del interior del país a la Costa Caribe, el proyecto contemplaba 3 tramos, pero el EVM solo se realizó en uno de estos. El autor considera que es de gran importancia contar con un presupuesto planeado al momento de implementar el análisis del EVM, para el caso de la obra en estudio, no contaban con un presupuesto simple o detallado enfocado a los trabajos operativos de la obra, lo que dificultó la implementación. Sin embargo, el análisis del valor ganado indicó que el proyecto estaba adelantado según lo programado y tienen costos por debajo de lo presupuestado. [22]

Entre el 2009 y 2013 la información analizada indica que en este período de tiempo las implementaciones del análisis del valor ganado se orientaban hacia la incorporación de una herramienta para estricto control en los proyectos, y para la medición de los costos, pero los autores coinciden en que se debía mejorar el enfoque, de tal manera que, el análisis permitiera realizar predicciones precisas y anticiparse al comportamiento de la obra, para tomar las decisiones oportunamente.

En el siguiente artículo, “Evaluación de los índices de valor ganado difusos y estimaciones mediante la aplicación de cortes alfa” publicado por la revista “The Journal of Project Management” en el 2011, describen el valor ganado como una técnica de control del desempeño del proyecto. La investigación está enfocada en una evaluación mediante “cortes alfa”; que se define como un conjunto de valores en un rango definido, donde se agrupan los costos, el consumo de recursos, la producción plazos de tareas, etc., [23] y mediante la evaluación de pequeños segmentos arrojar resultados en un grado de incertidumbre reducido. En esta investigación ya se mencionaba la técnica como una opción con aplicabilidad en la realidad. [24]

Según artículo publicado por la revista “The Journal of Project Management” en el año 2009. Titulado, “Predicción del resultado del proyecto: Aplicación de métodos estadísticos a la gestión del valor ganado y a los índices de desempeño del calendario ganado”, en este momento, la investigación se enfocaba, en cómo lograr predecir el comportamiento de un proyecto y como tomar las decisiones apoyándose en los resultados obtenidos. [25]

En la publicación titulada, “Managing earned value and its application”, en el año 2018. Los autores mencionan la existencia de un grupo de detractores del análisis de la gestión del valor ganado, que argumentaban que la herramienta era muy compleja de usar y no proporcionaba ningún aporte significativo para los proyectos. En el desarrollo de esta investigación se enfocó en explicar la forma adecuada de aplicar el análisis de gestión del valor ganado para evitar que se siguiera considerando como ineficiente. Lograron demostrar que el EVM si era necesario para los proyectos, pero sugerían la simplificación del proceso y hacerlo lo más simple posible. [26]

Desde el 2003 al 2006, todos los documentos e investigaciones analizadas se resumen en información conceptual sobre el análisis del valor ganado.

En la publicación “you too can do earned value management” del año 2006, se analiza que el concepto de análisis de valor ganado se definía según el artículo mencionado como; “un método que permite al director de proyecto medir la cantidad del proyecto realmente ejecutado más allá de los informes de costo y calendario, que permite pronosticar el costo total del proyecto y su fecha de terminación” El artículo hace referencia a las ventajas del análisis del valor ganado en la toma de decisiones anticipadas que permiten al gerente de obra mantener la ejecución del proyecto dentro de lo planeado. [27]

En una publicación de la revista The Journal of Project Managment, realizada en el 2003 y titulada “Un modelo para la aplicación eficaz de la metodología de gestión del valor añadido”, basados en un esfuerzo investigativo de 2 años, lograron determinar que el análisis de la gestión del valor ganado estaba ganando participación dentro de las organizaciones como un modelo que permitía mejorar el rendimiento de los proyectos, y se enfocaron en proponer el EVM como una opción aplicable a los proyectos en la realidad. [28] Basados en los análisis de las referencias bibliográficas obtenidas en el estudio de esta investigación, se logra identificar que antes del año 2003, el análisis de gestión del valor ganado era una propuesta en desarrollo e investigación que solo se exponía en conferencias sobre el Project Management Institute PMI.

En el artículo “How earned value got to primetime: a short look back and glance ahead” publicado en el año 2000, mencionan la conferencia del Project Management Institute en Houston, donde por primera vez se habló del concepto del EVM y se consideraba como una herramienta necesaria para integrar los recursos y cronogramas en proyectos de alta complejidad. [29]

4. METODOLOGÍA

4.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

Durante la implementación de la gestión del valor ganado en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto Urbanización Los Tucanes, se usará una metodología de recopilación de información por fases, además de un método cuantitativo, mediante la aplicación de una plantilla de recolección de datos de la obra. Descripción de las fases:

FASE 1: En esta fase se realizará un análisis de toda la información existente en el proyecto, información especializada y documentada sobre la Gestión del Valor Ganado, EVM.

FASE 2: Obtención y verificación de toda la información de planificación del proyecto de construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto Urbanización Los Tucanes; (estructura desglosada de trabajo EDT, cronograma, presupuesto, contrato, alcance, plazos de entrega)

FASE 3: Aplicación de una herramienta de Excel para la Gestión del Valor Ganado, EVM. Que se denominará, plantilla de datos, versión 1 y se describe a continuación:

- (Plantilla de datos, versión 1): En este paso se implementará una plantilla de Excel y se registrará el plan del proyecto, esta plantilla no podrá ser modificada en ningún escenario del proyecto y es la que servirá para comparar con los resultados al finalizar el proyecto.

FASE 4: Se realizará la implementación del instrumento de control y seguimiento de la gestión del valor ganado EVM, que se denominará, plantilla de datos Versión 2, esta plantilla se aplicará durante toda la dirección del proyecto construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto Urbanización Los Tucanes.

- (Plantilla de datos, versión 2): En esta plantilla se diligenciará por cada período de la construcción, una plantilla de Excel con la información de los avances del proyecto, y se podrá comparar con el presupuesto inicial, esta planilla se modificará durante todo el proceso de ejecución.

Se usará un total de tres versiones de la plantilla de Gestión de Valor Ganado, con los siguientes propósitos:

- **Plantilla de datos de la línea base del proyecto:** Será la plantilla de la fase 3 y ahí se registrará el plan inicial del proyecto, esta no se modificará en ningún punto del proyecto

- **Plantilla de datos del valor ganado del proyecto:** Será una plantilla igual a la plantilla de datos del valor ganado, en esta se podrá modificar, ajustar, aumentar o disminuir tiempo durante la ejecución de la obra. (cualquier decisión que se tome a lo largo del proyecto se aplicará sobre esta plantilla)
- **Plantilla de datos del valor ganado por periodo:** En esta versión se utilizará un modelo de la plantilla filtrada por cada periodo de la obra, y en cada pestaña del libro de Excel se llevará un registro y control del proyecto por período, basado en los cortes de obras quincenales. Posteriormente, al día siguiente de terminado el corte del período esta información se retroalimentará en la plantilla del valor ganado del proyecto y sobre esos resultados se entregarán reportes al director de obra.

FASE 5: Cortes de obra – estandarización de formatos para control de la información relacionada a la implementación de la gestión de valor ganado en el proyecto.

En esta fase, mediante la información previamente aprobada por la empresa, el ingeniero director de la obra suministrará la información de las cuentas de cobro, con el valor a pagar y porcentaje ejecutado por el contratista, estos cortes de obra se realizarán quincenalmente, con la finalidad de realizar un seguimiento y revisión de la información obtenida en un periodo de tiempo que permita entregar oportunamente el estado del proyecto a la gerencia de la obra, y facilitar la toma de decisiones en el momento adecuado. Esta información retroalimentará la plantilla de Excel por períodos **versión 3**. Dentro de la Fase 4, también se realizará la estandarización de los formatos que se usarán para la trazabilidad y documentación de la obra, relacionada con la información requerida en la gestión del valor ganado EVM, como se describe a continuación:

- Elaboración de un formato estándar de actas de entrega de los análisis de la Gestión del Valor Ganado EVM. Por correo electrónico se actualizarán y enviarán al ingeniero director de la obra los avances y resultados de cada corte de obra.
- Interpretación y análisis gráficos “Curvas S”– (haciendo uso del formato estándar de actas de entrega de los análisis de la Gestión del Valor Ganado EVM, (mencionado en la fase 7), y mediante correo electrónico, se le enviará al director de la obra las gráficas con la información acumulada del estado del proyecto, con un análisis previo del estado de la obra).
- Implementación de un formato de lecciones aprendidas y registro de acciones correctivas.

4.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para la implementación del análisis de gestión del valor ganado, en la fase de suministro e instalación de redes de acueducto y alcantarillado, de las obras de urbanismos Los Tucanes, se usará una plantilla de Excel que permite registrar el presupuesto del proyecto y el listado de actividades, además de generar los informes gráficos de la información analizada. Estas planillas están formuladas para que, con la información del presupuesto de la obra y los datos recopilados durante la ejecución de la obra, generen automáticamente los informes gráficos. Ver tablas 5, 6, 7 y 8.

Tabla 5. Presupuesto de la obra por período

EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO					VALOR PLANEADO POR PERIODO						
	Actividades	Descripción				Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 25 FEB 2021)						
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTALPROYECTO con AIU	PV- periodo 1	PV- periodo 2	PV- periodo 3	PV- periodo 4	PV- periodo 5	PV- periodo 6	PV- periodo 7
1.	PRELIMINARES											
1.1	CERRAMIENTOY CAMPAMENTO											
1.1.1	Firma de acta de inicio											
1.1.2	Cerramiento de obra											
1.1.3	Campamento administrativo											
1.1.4	Campamento personal de obra											
1.1.5	Comedor											
1.1.6	Señalización											
2	PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR											
2.1	Localización y replanteo de redes											
2.1.1	Replanteo de redes											
2.1.2	Inspección de pozos											
2.1.3	Levantamiento topográfico											
2.2	Demolición y excavación											
2.2.1	Demolición de tubería 18"											
2.2.2	Demolición de pozos											
2.2.3	Excavación mecanica											
2.3	Perforación dirigida											
2.3.1	Instalación de compresor											

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 6. Plantilla de recopilación de datos

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PV -PERIODO 1	PERIODO 1	PERIODO QUINCENALES				
						VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 1		
						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES										
PRELIMINARES										
CERRAMIENTO Y CAMPAMENTO										
Firma de acta de inicio										
Cerramiento de obra										
Campamento administrativo										
Campamento personal de obra										
Comedor										
Señalización										
PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR										
Localización y replanteo de redes										
Replanteo de redes										
Inspección de pozos										
Levantamiento topográfico										
Demolición y excavación										
Demolición de tubería 18"										
Demolición de pozos										
Excavación mecánica										
Perforación dirigida										
Instalación de compresor										
Instalación de camisa de acero										
Soldar camisa de acero										

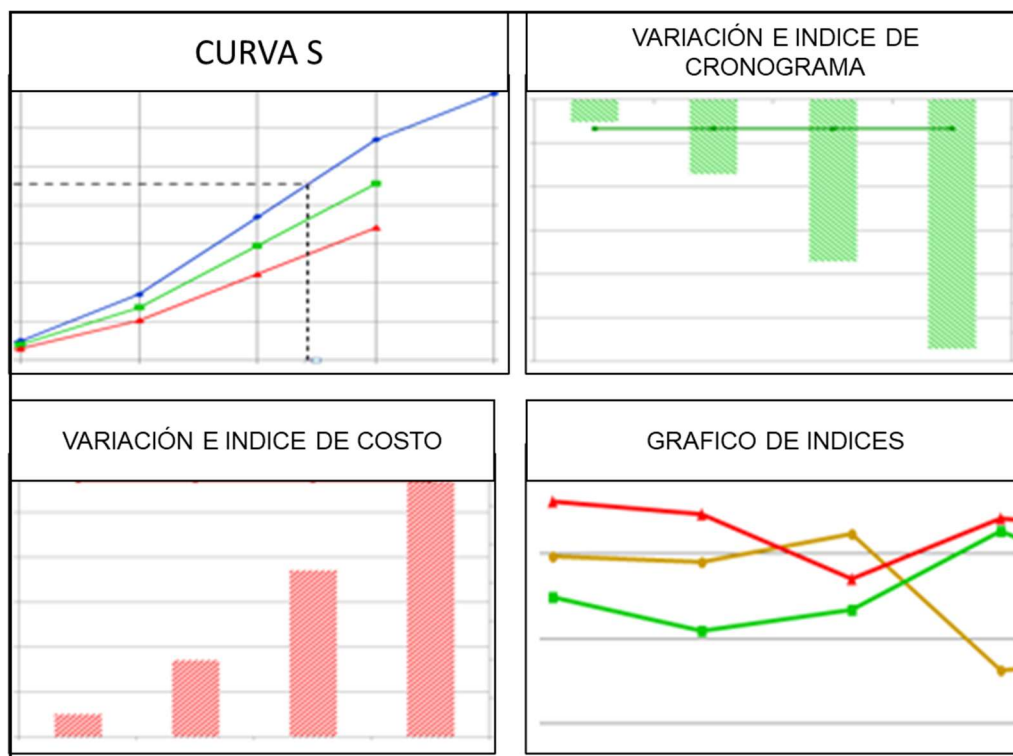
FUENTE: Elaboración propia

Tabla 7 Calculo de valor ganado

CALCULO DEL VALOR GANADO POR PERIODO							
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PERIODO 1	PERIODO QUINCENALES		
					VALOR GANADO		
					PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES							
PRELIMINARES							
CERRAMIENTO Y CAMPAMENTO							
Firma de acta de inicio							
Cerramiento de obra							
Campamento administrativo							
Campamento personal de obra							
Comedor							
Señalización							
PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR							
Localización y replanteo de redes							
Replanteo de redes							
Inspección de pozos							
Levantamiento topográfico							
Demolición y excavación							
Demolición de tubería 18"							
Demolición de pozos							
Excavación mecánica							

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 8. Informes gráficos



FUENTE: Elaboración propia

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

A partir del período académico 2020-II hasta el 2021-I de la Universidad Católica de Colombia, se pretende llevar a cabo la implementación del análisis de la gestión del valor ganado EVM, en el proceso de suministro e instalación de redes de acueducto y alcantarillado de las Obras de Urbanismo del proyecto Urbanización Los Tucanes, en la empresa constructora Fundación compartir.

4.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

Está dentro del alcance de la implementación:

- La implementación del análisis de gestión del valor ganado, EVM (Siglas en inglés), se realizará exclusivamente en la faceta de suministro e instalación de redes de acueducto y alcantarillado de las Obras de Urbanismo del proyecto Urbanización los Tucanes.

- Realizar la implementación del análisis de la gestión del valor ganado, utilizando una plantilla de recolección de datos de la obra, y que permita realizar los cálculos de las variables Valor planeado PV, Valor ganado EV, Costo real AC y los índices de desempeño del EVM, mediante informes gráficos que faciliten a la gerencia del proyecto interpretar el estado de avance de la obra.
- Utilizando unos formatos de actas de entregas de los informes, y formatos de lecciones aprendidas, se pretende estandarizar el proceso de comunicación entre la obra y la organización en lo relacionado a la implementación del análisis de la gestión del valor ganado EVM. Además de crear una base de conocimiento donde se documente todos los eventos de gran impacto durante la ejecución de la obra, que sirva como información de referencia para proyectos futuros similares.

En el proceso de implementación del análisis de la gestión del valor ganado EVM, se tiene la responsabilidad de suministrar la información oportunamente con respectivas sugerencias o medidas de acción, pero es la gerencia de la obra o de la organización, los que tienen el poder de decidir las acciones correctivas o preventivas durante la ejecución.

5. PRODUCTOS A ENTREGAR

Una vez identificado el alcance del proyecto, dentro de los entregables de la implementación del análisis de gestión del valor ganado EVM, se plantea lo siguiente:

- Estructura desglosada de trabajo EDT del proyecto.
- Informes gráficos “Curvas S”, por período y acumulados del proyecto.
- Plantilla de recopilación y análisis de datos, que incluye los cálculos de las variables Valor ganado EV, Valor planeado PV, Costo real AC, y los cálculos de los índices de desempeño del EVM.
- Formato de acta de entrega de los informes, y formato de lecciones aprendidas.
- Los resultados de la investigación. Éstos se realizarán mediante unos informes gráficos con la información acumulada del proyecto y el respectivo análisis comparativo entre la planeación del proyecto y la finalización del mismo.

6. ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS

6.1 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

El proyecto de redes de acueducto y alcantarillado de la obra urbanización los tucanes, está ubicado en el sur del casco urbano de Soacha sobre la margen oriental de Autopista sur, frente a espumados en la dirección Diagonal 4 D sur # 2c -142. En la **Figura 6**, se indica la localización general y específica del Proyecto.

Figura 6. Localización general y específica del proyecto.



FUENTE: Elaboración propia

El lote donde se ejecutan las obras cuenta con dos proyectos desarrollados ***Tucanes y Zorzal*** y las obras de urbanismo se ejecutan con el fin de obtener el servicio de acueducto para todo el lote. Las redes de alcantarillado están ubicadas sobre las vías de acceso a todo el proyecto.

Figura 7. Lote de las obras de urbanismo Tucanes y Zorzal



FUENTE: Elaboración propia

A continuación, en la **Figura 8** y en la **Figura 9**, se puede observar la línea roja trazada en la imagen, la cual indica el avance de las redes de acueducto y alcantarillado construido en el año 2017.

También se puede observar en las imágenes la línea verde que indica la continuidad de las obras actualmente en ejecución desde el año 2020 por parte de la empresa privada fundación compartir; obras de construcción de redes de acueducto y alcantarillado objeto de la implementación de la gestión del valor ganado esta investigación.

CONVENCIONES ALCANTARILLADO

PROYECTO	CONSTRUIDO
RESIDUAL	RESIDUAL
FLUVIAL	FLUVIAL
COMBINADO	COMBINADO
POZO	POZO
CAJERO	CAJERO
CAJERA DE CAIDA	CAJERA DE CAIDA
DOMOLIARA	DOMOLIARA
RED MATRIZ 36"CP	RED A REHABILITAR
LINDERO PRECIO	LINDERO PRECIO
LIMITE DEL BARRIO	LIMITE DEL BARRIO
LIMITE OTROS PROYECTOS	LIMITE OTROS PROYECTOS

BOX CULVERT
AREA DE DRENAJE
VIADUCTO SIN APORTE
AREA DE DRENAJE
VIADUCTO CON APORTE

IN O.T.A. S.
 1- PLANO URBANISTICO DE SUBSECCION #0001 2014 DEL 9 DE MAYO 2014
 RESOLUCION 058 DE MAYO DE 2015, CORADURA URBANA DE BOGOTA #2.
 2- NOBILITACION NOCADA ADJUNTA AL PLANO DE REFERENCIA.
 3- EL CONTRATISTA, ORGANIZADOR O CONSTRUCTOR DEBERA CUMPLIR CON LAS NORMAS Y ESPECIFICACIONES INYECTAS DEL ACUEDUCTO DE BOGOTA.
 4- LA ASERTACION DE ESTE PROYECTO POR PARTE DEL ACUEDUCTO NO EXIME A EJECUTOR DE LA RESPONSABILIDAD QUE SE TIENE DE LA EJECUCION Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS REDES QUE LO CONFORMAN, DE ACORDO A LAS NORMAS INYECTAS.
 5- EL CONTRATISTA, ORGANIZADOR O CONSTRUCTOR ETC., DEBERA EJECUTAR LOS TRABAJOS DE TODO PLANTAMIENTO YULFANDO LOS PUNTOS DE REFERENCIA MAS PROPICIOS A LA OBRA Y QUE PERTENEZCAN AL ESTADO LOCALIZANDOS POR COORDENADAS Y/O ALTURAS EN LOS PUNTOS DE ALTERNAR LOS PUNTOS DE AMARRA DEBER SER LOS NPS O PUNTOS A LOS CUALES SE LES HA CALCULADO LA COTA POR METODOS GEOMETRICOS.
 6- LOS CARACTERES INDICADOS EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO CORRESPONDEN A LAS SIGUIENTES NORMAS:
 7- ESTILO DE SUELOS ELABORADO POR: ESPINOSA Y RESTREPO S.A. N.A. C.M. S. 1-01-2.
 8- TOPOGRAFIA DE LEVANT. DE REDES ELABORADA POR CARLOS JULIO BARRANCO NPS 1-01-2.
 9- DE SE REQUIERA LA INSTALACION DE VALVULAS CHAPALETAS O CHAPALETAS EN LOS NODOS SANTIANDEROS DEBERAN SER LAS CONFORMES A LOS SUPERLOTES 2 Y 5. EL MANTENIMIENTO DE ESTOS ACCESOS QUEDARA A CARGO DE LA CO-PROPIEDAD O ADMINISTRACION DE ESTOS COMANTOS. CERRADOS, LO ANTERIOR DEBERA COORDINARSE EN EL MANUAL DE PROPIEDAD URBANISTICA.

CESSION TIPO A No.1
 9-22-26 m2

31

Figura 9. Construcción de redes de acueducto y alcantarillado en ejecución

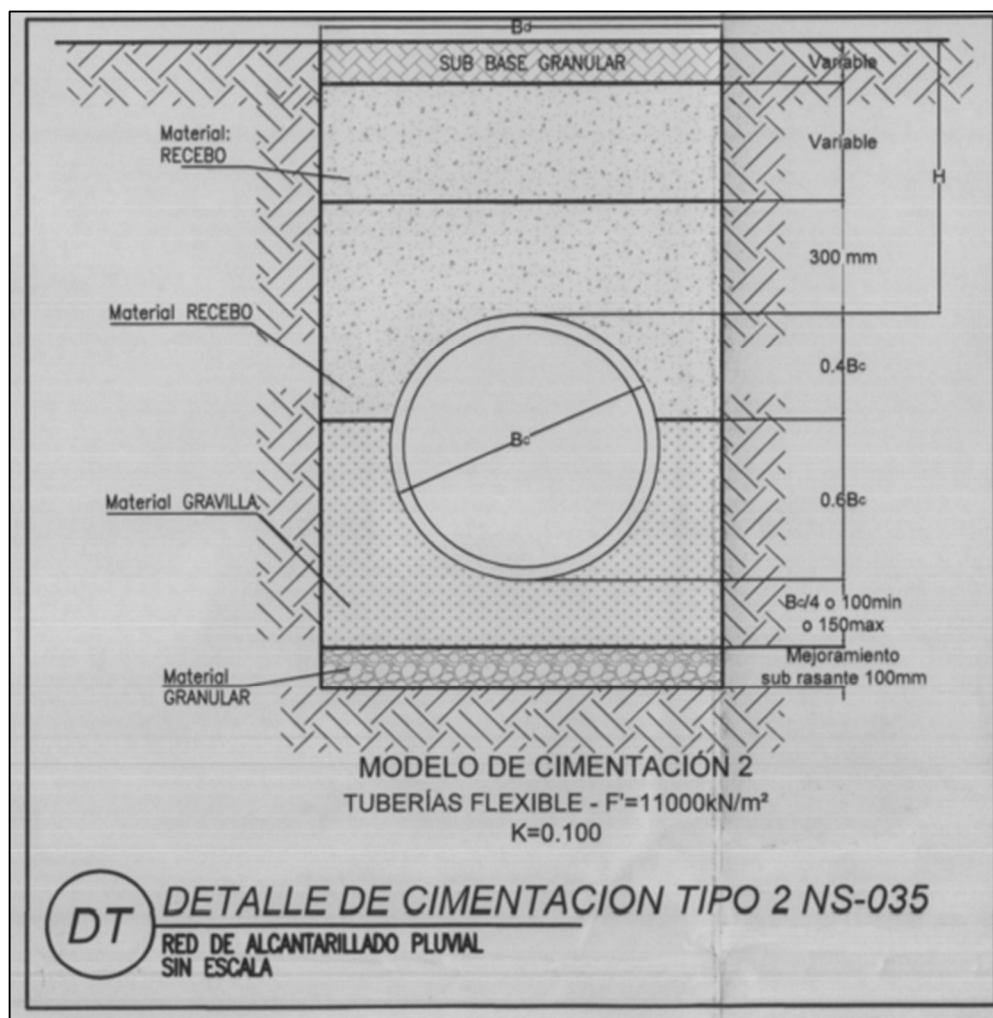


FUENTE: Elaboración propia, extraído de los planos del diseño del proyecto.

6.1.1 Perfil de la estructura para la instalación de tuberías

En la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto, se usaron perfiles metálicos espaciados a 2 metros e hincados en el terreno con la penetración indicada para el proyecto y de conformidad al tipo de terreno. Para evitar sobrecargas en el entibado, el material de excavación fue depositado a una distancia de la zanja, como mínimo igual a su profundidad. Ver **Figura 10**

Figura 10. Perfil de la estructura para instalación de tubería

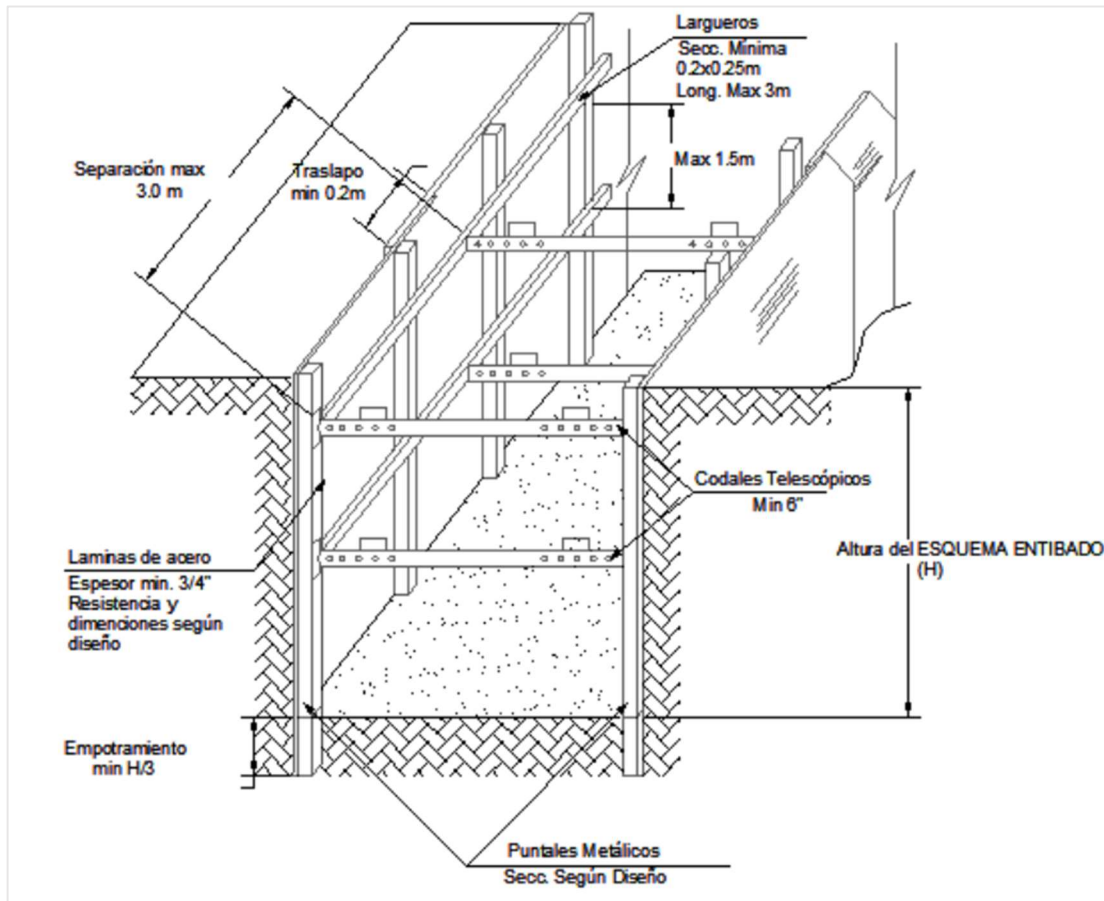


FUENTE: Elaboración propia, extraído del proceso constructivo del proyecto.

6.1.2 Proceso constructivo en la instalación de redes de acueducto y alcantarillado del caso de estudio

A continuación, en la **Figura 11**, se puede observar el proceso de entibado tipo C3 empleado en el proyecto, con la finalidad de evitar deslizamientos y garantizar la protección y seguridad de quienes ejecutan la labor de excavación en la obra.

Figura 11. Proceso de entibado tipo C3



FUENTE: Revisión y actualización de los diseños del acueducto complementario para la prestación del servicio de acueducto en la ciudad de Ibagué [30]

Los procesos constructivos se realizan basados en las normas vigentes, en el proyecto de construcción de redes de acueducto y alcantarillado de las obras los Tucanes, se está usando la norma SISTEC de la EAAB.

El proceso para instalación de tubería en eje ambiental se realiza inicialmente, con ayuda del equipo de topografía la línea de eje, luego la retroexcavadora realiza la zanja, se instala la cama del tubo con triturado, para posteriormente sentar tubería,

confirmando con el equipo de topografía los niveles de la tubería sentada, se procede a realizar el relleno, instalando el 30% de la tubería y luego se instala 30cm por encima del lomo del tubo el recebo B200 y se compacta, finalmente se realiza relleno con material de excavación.

En los casos donde se presente vía, todo el relleno que se realizará después del triturado será con recebo B200 hasta rasante de terreno. Ver **Figura 12**

Figura 12. Proceso de instalación de tubería

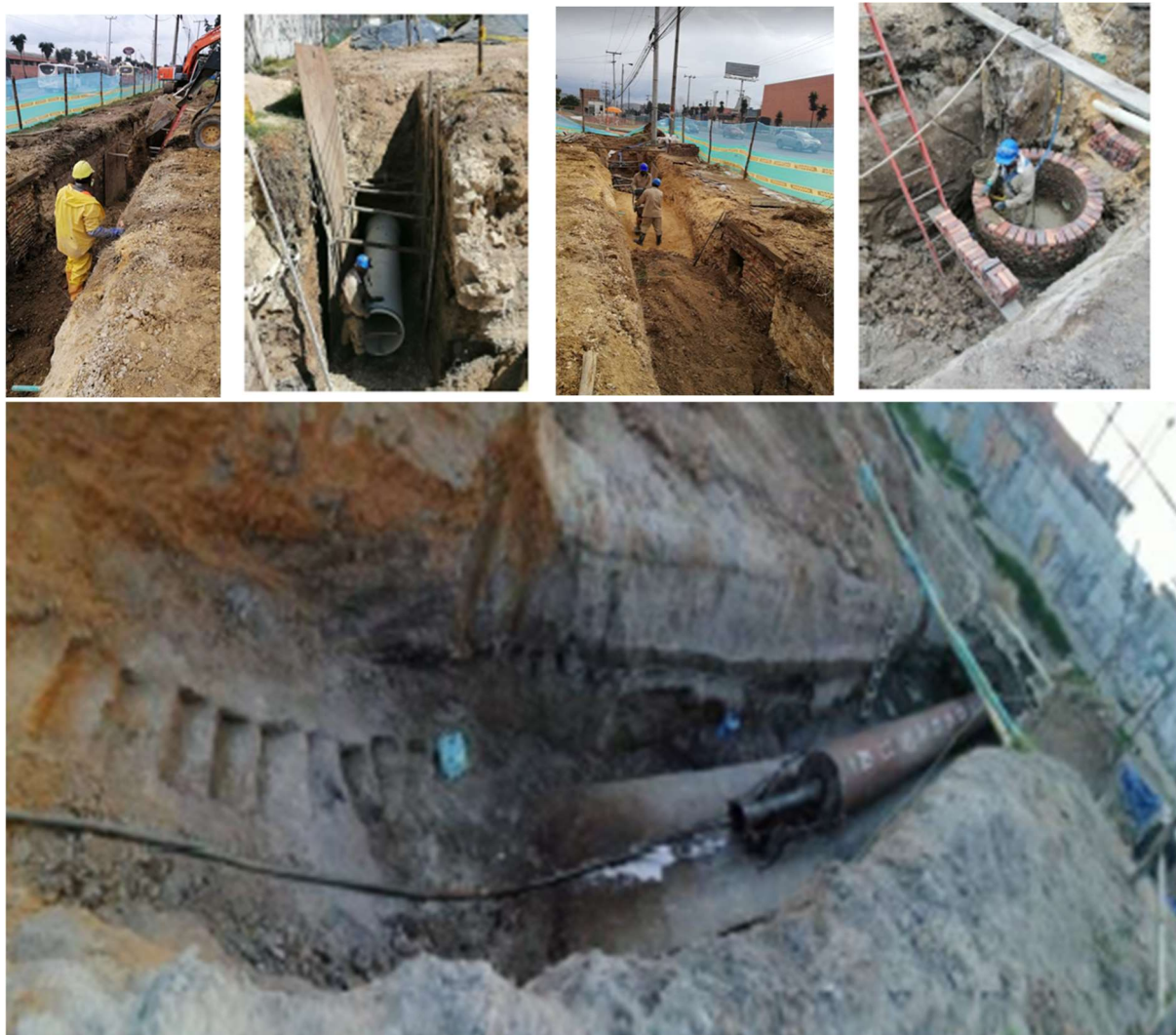


FUENTE: Elaboración propia

Se continua con la excavación e instalación de tubería de acorde a las dimensiones que se necesitan, se instalan placas fondo de los pozos sencillos y se levantan los pozos realizando la mampostería junto al pañete impermeabilizado, para luego cubrir con geotextil NT 2500 y luego preceder a realizar el relleno, bien sea con material de excavación o recebo B200 según sea solicitado.

El cruce de la tubería por el tramo de la autopista sur (Ramming): Consistió en hincar la tubería de acero tubo por tubo, soldando sucesivamente la tubería hasta lograr la longitud deseada, ver **Figura 13** y **Figura 14**

Figura 13. Proceso de perforación dirigida Ramming (Cruce de la autopista sur)



FUENTE: Elaboración propia

Figura 14. Proceso de perforación dirigida Ramming, soldadura de la tubería.



FUENTE: Elaboración propia

Finalmente se extrae el suelo dentro de la camisa de acero con aire comprimido, este sistema es ideal para instalaciones de grandes diámetros. El sistema también es acorde para instalar tuberías en pendientes (alcantarillados). Ver **Figura 15**.

Figura 15. Proceso de extracción del suelo dentro de la camisa de acero



FUENTE: Elaboración propia

6.2 DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DE LAS OBRAS

En el contrato denominado Urbanismo externo proyecto Tucanes 03/2020, celebrado entre la Fundación empresa privada Compartir y el contratista, El CONTRATISTA se compromete a realizar, por el sistema de precios unitarios fijos y plazo fijo sin formula de reajuste LAS ACTIVIDADES DE URBANISMO DE REDES HÚMEDAS, para la Obra TUCANES, ubicada en el Municipio Soacha, de acuerdo a las cantidades, precios unitarios, planos, diseños técnicos y especificaciones pactadas y consignados en la propuesta presentada por el contratista.

Cada precio unitario está dado en pesos colombianos y comprende todos los costos directos e indirectos derivados de la ejecución de la respectiva actividad y suministro que hace parte del objeto del contrato, Según la información establecida en el

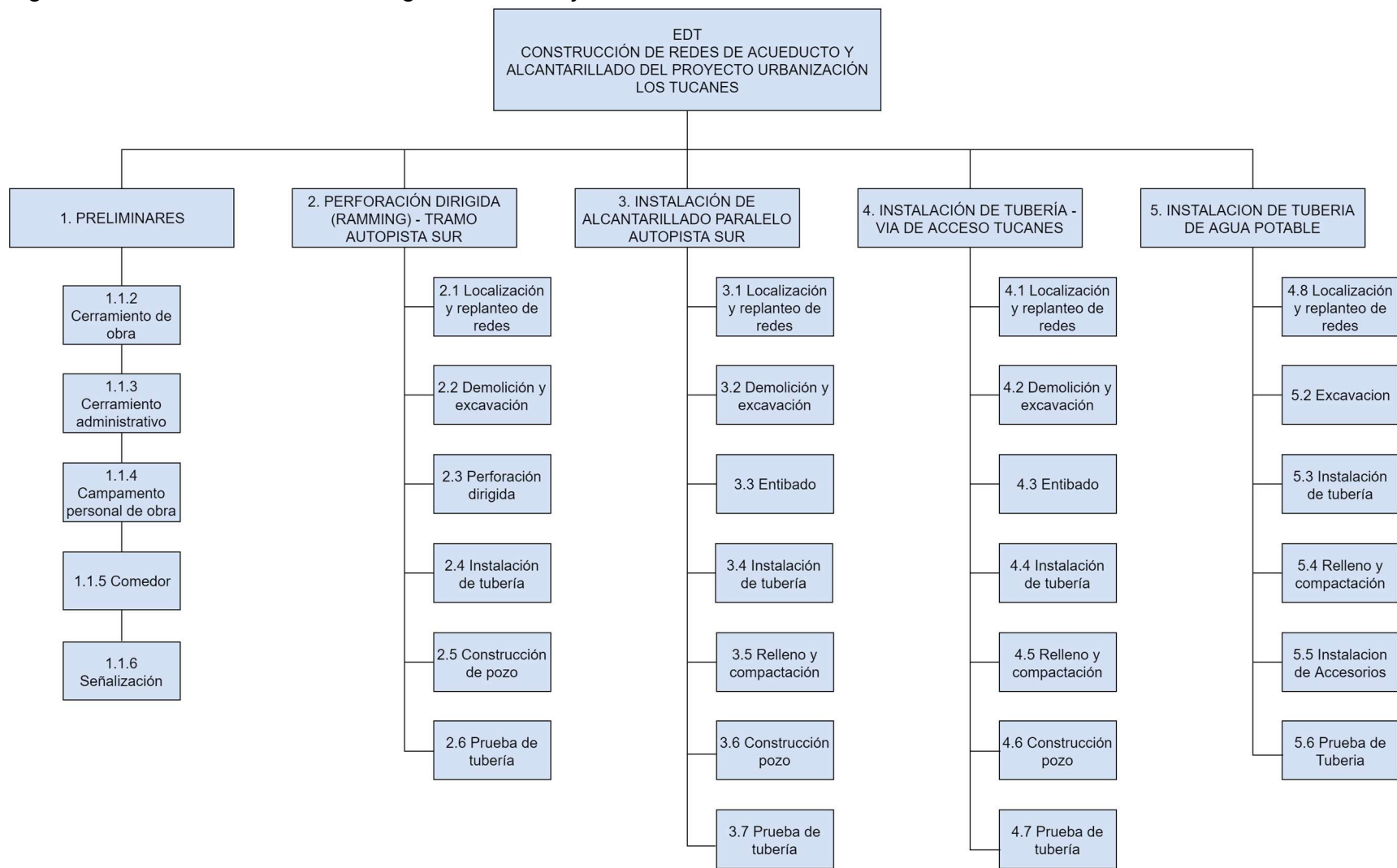
contrato, las partes acordaron un contrato de precios unitarios fijos (valor por unidad de recurso, obra, trabajo, servicio o bien), el cual remunera la totalidad de las actividades y suministros que sean necesarios para la ejecución del objeto del proyecto.

En la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto urbanización los tucanes, el proyecto se enfoca en cinco entregables que hacen parte del alcance de la obra y que se detallan en la estructura desglosada de trabajo EDT.

- El primer entregable, denominado preliminares; está compuesto por unos paquetes de trabajo que incluyen la firma del contrato, pago de los anticipos, aprobaciones del plan de manejo de tránsito, adecuación del campamento, adecuación del comedor y limpieza general del terreno de la obra.
- El segundo entregable, denominado Perforación dirigida cruce autopista sur -Ramming; detalla es proceso de localización y replanteo de la obra, corte, demolición y excavación de los tramos de vías que se van a intervenir en la ejecución, instalación de las tuberías, relleno y compactación, la construcción de pozos y finalmente la prueba de las tuberías.
- El tercer entregable, denominado instalación de alcantarillado paralelo a la autopista sur, hace referencia al tramo de vía de la autopista sur que será intervenido en la ejecución de proyecto, de igual forma que la perforación dirigida – cruce de autopista sur - Ramming, en este proceso constructivo se debe realizar localización y replanteo de la obra, corte, demolición y excavación de los tramos de vías, instalación de las tuberías, relleno y compactación, la construcción de pozos, entibado y prueba de las tuberías.
- El cuarto entregable, se denomina instalación de tubería - vía de acceso Tucanes, consiste en realizar exactamente el mismo proceso de localización y excavación del tramo, instalación de tuberías, relleno y compactación, entibado, construcción de pozos y pruebas de tuberías.
- En el quinto entregable, se realiza la instalación de tubería de agua potable.

A continuación, en la EDT se puede observar la jerarquía de los entregables de la obra, cada paquete de trabajo que hacen parte de cada entrega y las principales actividades que se detallarán en el presupuesto y cronograma del proyecto.

Figura 16. EDT. Estructura de desglose del trabajo

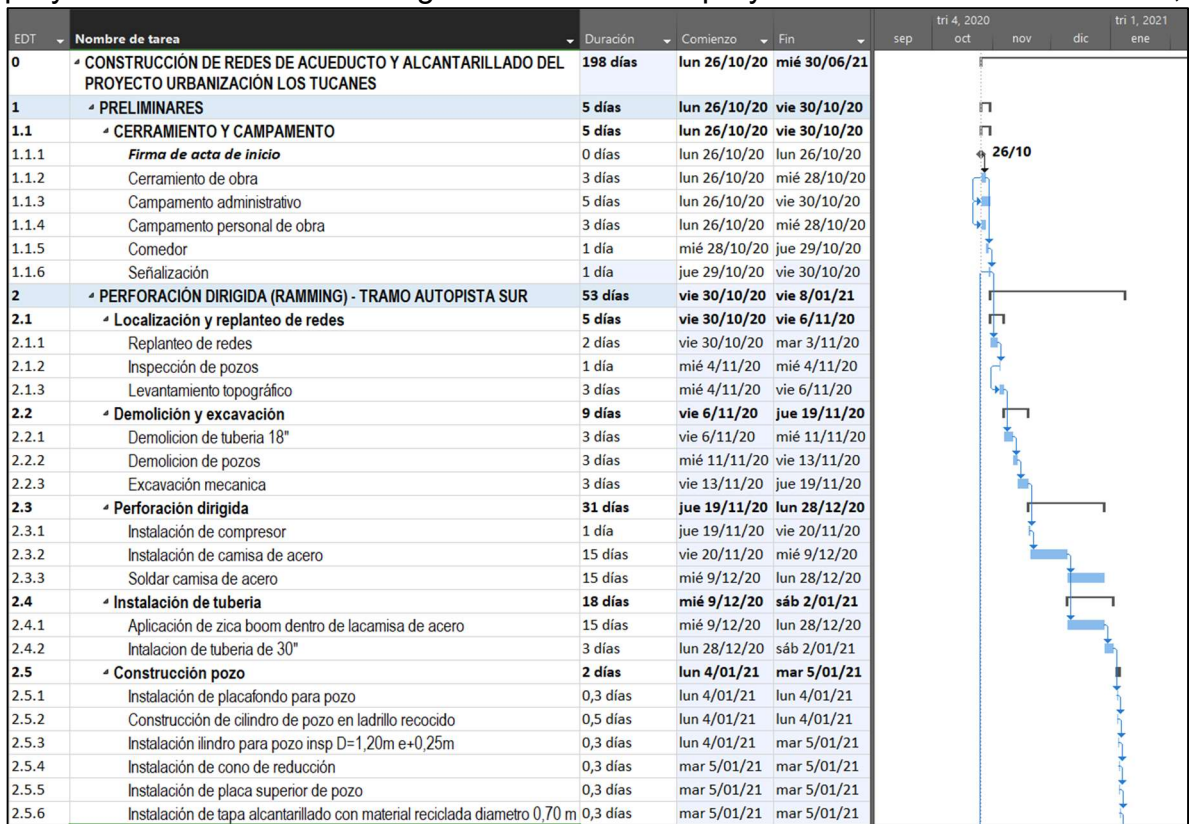


FUENTE: Elaboración propia

6.3 CRONOGRAMA DE LAS OBRAS

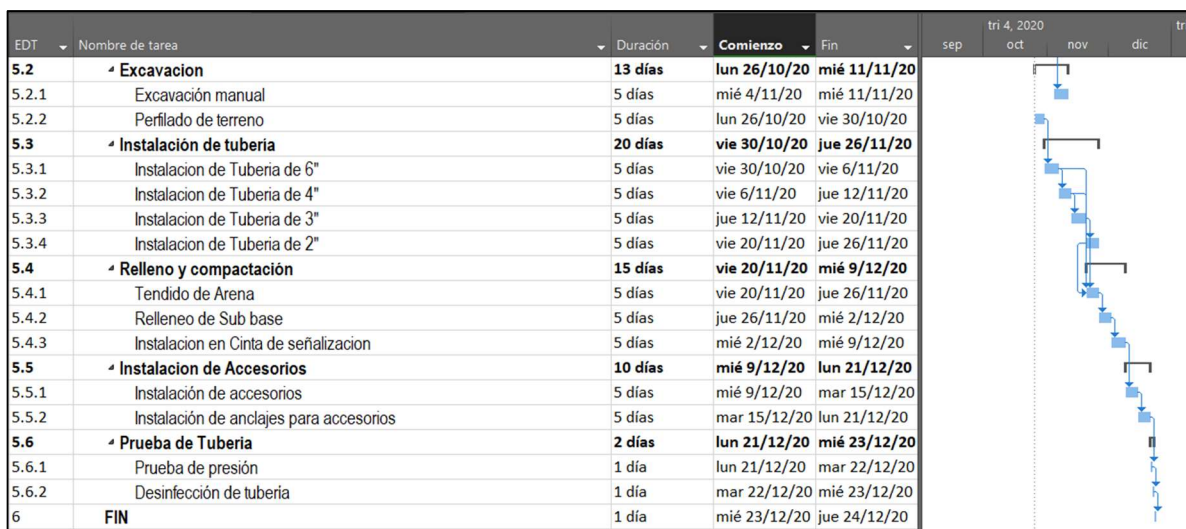
A continuación, en el cronograma de actividades, se puede observar que el proyecto tiene una duración de 198 días con una fecha de finalización planeada para el 29 de julio de 2021. Se observa también la ruta crítica de las actividades y la columna predecesora indica la dependencia de las tareas.

Se definió un calendario de la obra, especificando las condiciones de horario y días laborales del proyecto con la finalidad de obtener una fecha de finalización precisa y que las precedencias de las tareas se ajusten a la información establecida en el calendario y de esta manera, realizar una mejor trazabilidad de la ruta crítica del proyecto. Ver cronograma del proyecto a continuación,



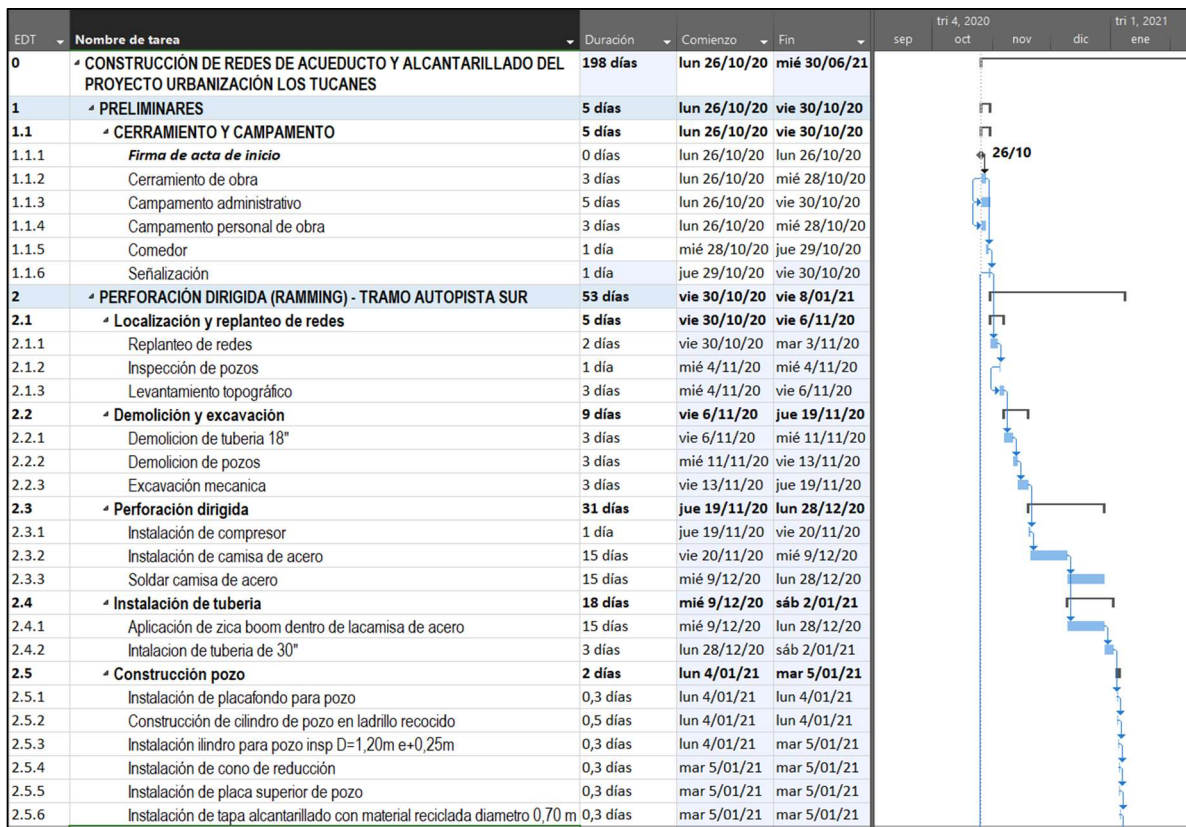
Modo de tarea	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin		dic	ene	feb	mar	abr
	2.6	Prueba tubería	3 días	mar 5/01/21	vie 8/01/21						
	2.6.1	Prueba de hermeticidad	2 días	mar 5/01/21	jue 7/01/21						
	2.6.2	Inspección CCTV	1 día	jue 7/01/21	vie 8/01/21						
	3	VÍA AUTOPISTA SUR	69 días	vie 8/01/21	vie 2/04/21						
	3.1	Localización y replanteo de redes	4 días	vie 8/01/21	jue 14/01/21						
	3.1.1	Inspección de pozos	1 día	vie 8/01/21	sáb 9/01/21						
	3.1.2	Levantamiento topográfico	3 días	sáb 9/01/21	jue 14/01/21						
	3.2	Demolición y excavación	9 días	jue 14/01/21	lun 25/01/21						
	3.2.1	Demolición de tubería 18"	3 días	jue 14/01/21	lun 18/01/21						
	3.2.2	Demolición de pozos	3 días	lun 18/01/21	jue 21/01/21						
	3.2.3	Excavación mecánica	3 días	jue 21/01/21	lun 25/01/21						
	3.4	Entibado	2 días	lun 25/01/21	mié 27/01/21						
	3.4.1	Instalación de lámina	1 día	lun 25/01/21	mar 26/01/21						
	3.4.2	Retiro de lámina	1 día	mar 26/01/21	mié 27/01/21						
	3.5	Instalación tubería	23 días	lun 25/01/21	sáb 20/02/21						
	3.5.1	Instalación de tubería de 27"	10 días	lun 25/01/21	vie 5/02/21						
	3.5.2	Instalación de tubería de 24"	8 días	vie 5/02/21	lun 15/02/21						
	3.5.3	Instalación de tubería de 18"	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21						
	3.6	Relleno y compactación	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21						
	3.6.1	Recebo B200	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21						
	3.6.2	Base y Atrique triturado	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21						
	3.6.3	Sub base Granular B200	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21						
	3.6.4	Base Granular	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21						
	3.7	Construcción pozo	30 días	lun 22/02/21	mar 30/03/21						
	3.7.1	Instalación de placafondo para pozo	5 días	lun 22/02/21	vie 26/02/21						
	3.7.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	5 días	vie 26/02/21	jue 4/03/21						
	3.7.3	Instalación de cilindro para pozo insp D=1,20m e+0,25m	5 días	jue 4/03/21	mié 10/03/21						
	3.7.4	Instalación de cono de reducción	5 días	mié 10/03/21	mié 17/03/21						
	3.7.5	Instalación de placa superior de pozo	5 días	mié 17/03/21	mié 24/03/21						
	3.7.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclada diametro 0,70 m	5 días	mié 24/03/21	mar 30/03/21						
	3.8	Prueba tubería	3 días	mar 30/03/21	vie 2/04/21						
	3.8.1	Prueba de hermeticidad	2 días	mar 30/03/21	jue 1/04/21						
	3.8.2	Inspección CCTV	1 día	jue 1/04/21	vie 2/04/21						

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin		mar	abr	may	jun	jul
4	VIA DE ACCESO TUCANES	71 días	vie 2/04/21	mar 29/06/21						
4.1	Localización y replanteo de redes	2 días	vie 2/04/21	lun 5/04/21						
4.1.1	Inspección de pozos	1 día	vie 2/04/21	sáb 3/04/21						
4.1.2	Levantamiento topográfico	1 día	sáb 3/04/21	lun 5/04/21						
4.2	Demolición y excavación	6 días	lun 5/04/21	lun 12/04/21						
4.2.1	Demolición de tubería 18"	3 días	lun 5/04/21	jue 8/04/21						
4.2.2	Excavación mecánica	3 días	jue 8/04/21	lun 12/04/21						
4.3	Entibado	2 días	lun 12/04/21	mié 14/04/21						
4.3.1	Instalación de lámina	1 día	lun 12/04/21	mar 13/04/21						
4.3.2	Retiro de lámina	1 día	mar 13/04/21	mié 14/04/21						
4.4	Instalación tubería	15 días	lun 12/04/21	jue 29/04/21						
4.4.1	Instalación de tubería de 14"	5 días	lun 12/04/21	sáb 17/04/21						
4.4.2	Instalación de tubería de 10"	5 días	sáb 17/04/21	vie 23/04/21						
4.4.3	Instalación de tubería de 8"	5 días	vie 23/04/21	jue 29/04/21						
4.5	Relleno y compactación	20 días	vie 23/04/21	mié 19/05/21						
4.5.1	Recebo B 200	5 días	vie 23/04/21	jue 29/04/21						
4.5.2	Base y Atrique triturado	5 días	jue 29/04/21	jue 6/05/21						
4.5.3	Sub base Granular B200	5 días	jue 6/05/21	mié 12/05/21						
4.5.4	Base Granular	5 días	mié 12/05/21	mié 19/05/21						
4.6	Construcción pozo	30 días	mié 19/05/21	vie 25/06/21						
4.6.1	Instalación de placafondo para pozo	5 días	mié 19/05/21	mar 25/05/21						
4.6.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	5 días	mar 25/05/21	lun 31/05/21						
4.6.3	Instalación de cilindro para pozo insp D=1,20m e+0,25m	5 días	lun 31/05/21	sáb 5/06/21						
4.6.4	Instalación de cono de reducción	5 días	sáb 5/06/21	sáb 12/06/21						
4.6.5	Instalación de placa superior de pozo	5 días	sáb 12/06/21	sáb 19/06/21						
4.6.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclada diametro 0,70 m	5 días	sáb 19/06/21	vie 25/06/21						
4.7	Prueba tubería	3 días	vie 25/06/21	mar 29/06/21						
4.7.1	Prueba de hermeticidad	2 días	vie 25/06/21	lun 28/06/21						
4.7.2	Inspección CCTV	1 día	lun 28/06/21	mar 29/06/21						
5	INSTALACION DE TUBERIA AGUA POTABLE	47 días	lun 26/10/20	mié 23/12/20						
5.1	Localización y replanteo de redes	4 días	jue 29/10/20	mié 4/11/20						
5.1.1	Inspección de terreno	2 días	jue 29/10/20	mar 3/11/20						
5.5.2	Levantamiento topográfico	2 días	mar 3/11/20	mié 4/11/20						



FUENTE: Elaboración propia

Figura 17. Cronograma de la obra



Modo de tarea	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	dic	ene	feb	mar	abr
	2.6	Prueba tubería	3 días	mar 5/01/21	vie 8/01/21					
	2.6.1	Prueba de hermeticidad	2 días	mar 5/01/21	jue 7/01/21					
	2.6.2	Inspección CCTV	1 día	jue 7/01/21	vie 8/01/21					
	3	VÍA AUTOPISTA SUR	69 días	vie 8/01/21	vie 2/04/21					
	3.1	Localización y replanteo de redes	4 días	vie 8/01/21	jue 14/01/21					
	3.1.1	Inspección de pozos	1 día	vie 8/01/21	sáb 9/01/21					
	3.1.2	Levantamiento topográfico	3 días	sáb 9/01/21	jue 14/01/21					
	3.2	Demolición y excavación	9 días	jue 14/01/21	lun 25/01/21					
	3.2.1	Demolición de tubería 18"	3 días	jue 14/01/21	lun 18/01/21					
	3.2.2	Demolición de pozos	3 días	lun 18/01/21	jue 21/01/21					
	3.2.3	Excavación mecánica	3 días	jue 21/01/21	lun 25/01/21					
	3.4	Entibado	2 días	lun 25/01/21	mié 27/01/21					
	3.4.1	Instalación de lámina	1 día	lun 25/01/21	mar 26/01/21					
	3.4.2	Retiro de lámina	1 día	mar 26/01/21	mié 27/01/21					
	3.5	Instalación tubería	23 días	lun 25/01/21	sáb 20/02/21					
	3.5.1	Instalación de tubería de 27"	10 días	lun 25/01/21	vie 5/02/21					
	3.5.2	Instalación de tubería de 24"	8 días	vie 5/02/21	lun 15/02/21					
	3.5.3	Instalación de tubería de 18"	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21					
	3.6	Relleno y compactación	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21					
	3.6.1	Recebo B200	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21					
	3.6.2	Base y Atraviezo triturado	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21					
	3.6.3	Sub base Granular B200	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21					
	3.6.4	Base Granular	5 días	lun 15/02/21	sáb 20/02/21					
	3.7	Construcción pozo	30 días	lun 22/02/21	mar 30/03/21					
	3.7.1	Instalación de placafondo para pozo	5 días	lun 22/02/21	vie 26/02/21					
	3.7.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	5 días	vie 26/02/21	jue 4/03/21					
	3.7.3	Instalación de cilindro para pozo insp D=1,20m e+0,25m	5 días	jue 4/03/21	mié 10/03/21					
	3.7.4	Instalación de cono de reducción	5 días	mié 10/03/21	mié 17/03/21					
	3.7.5	Instalación de placa superior de pozo	5 días	mié 17/03/21	mié 24/03/21					
	3.7.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclada diámetro 0,70 m	5 días	mié 24/03/21	mar 30/03/21					
	3.8	Prueba tubería	3 días	mar 30/03/21	vie 2/04/21					
	3.8.1	Prueba de hermeticidad	2 días	mar 30/03/21	jue 1/04/21					
	3.8.2	Inspección CCTV	1 día	jue 1/04/21	vie 2/04/21					

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mar	abr	may	jun	jul
4	VIA DE ACCESO TUCANES	71 días	vie 2/04/21	mar 29/06/21					
4.1	Localización y replanteo de redes	2 días	vie 2/04/21	lun 5/04/21					
4.1.1	Inspección de pozos	1 día	vie 2/04/21	sáb 3/04/21					
4.1.2	Levantamiento topográfico	1 día	sáb 3/04/21	lun 5/04/21					
4.2	Demolición y excavación	6 días	lun 5/04/21	lun 12/04/21					
4.2.1	Demolición de tubería 18"	3 días	lun 5/04/21	jue 8/04/21					
4.2.2	Excavación mecánica	3 días	jue 8/04/21	lun 12/04/21					
4.3	Entibado	2 días	lun 12/04/21	mié 14/04/21					
4.3.1	Instalación de lámina	1 día	lun 12/04/21	mar 13/04/21					
4.3.2	Retiro de lámina	1 día	mar 13/04/21	mié 14/04/21					
4.4	Instalación tubería	15 días	lun 12/04/21	jue 29/04/21					
4.4.1	Instalación de tubería de 14"	5 días	lun 12/04/21	sáb 17/04/21					
4.4.2	Instalación de tubería de 10"	5 días	sáb 17/04/21	vie 23/04/21					
4.4.3	Instalación de tubería de 8"	5 días	vie 23/04/21	jue 29/04/21					
4.5	Relleno y compactación	20 días	vie 23/04/21	mié 19/05/21					
4.5.1	Recebo B 200	5 días	vie 23/04/21	jue 29/04/21					
4.5.2	Base y Atraviezo triturado	5 días	jue 29/04/21	jue 6/05/21					
4.5.3	Sub base Granular B200	5 días	jue 6/05/21	mié 12/05/21					
4.5.4	Base Granular	5 días	mié 12/05/21	mié 19/05/21					
4.6	Construcción pozo	30 días	mié 19/05/21	vie 25/06/21					
4.6.1	Instalación de placafondo para pozo	5 días	mié 19/05/21	mar 25/05/21					
4.6.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	5 días	mar 25/05/21	lun 31/05/21					
4.6.3	Instalación de cilindro para pozo insp D=1,20m e+0,25m	5 días	lun 31/05/21	sáb 5/06/21					
4.6.4	Instalación de cono de reducción	5 días	sáb 5/06/21	sáb 12/06/21					
4.6.5	Instalación de placa superior de pozo	5 días	sáb 12/06/21	sáb 19/06/21					
4.6.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclada diámetro 0,70 m	5 días	sáb 19/06/21	vie 25/06/21					
4.7	Prueba tubería	3 días	vie 25/06/21	mar 29/06/21					
4.7.1	Prueba de hermeticidad	2 días	vie 25/06/21	lun 28/06/21					
4.7.2	Inspección CCTV	1 día	lun 28/06/21	mar 29/06/21					
5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA AGUA POTABLE	47 días	lun 26/10/20	mié 23/12/20					
5.1	Localización y replanteo de redes	4 días	jue 29/10/20	mié 4/11/20					
5.1.1	Inspección de terreno	2 días	jue 29/10/20	mar 3/11/20					
5.5.2	Levantamiento topográfico	2 días	mar 3/11/20	mié 4/11/20					

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	sep	oct	nov	dic	tri
5.2	▸ Excavación	13 días	lun 26/10/20	mié 11/11/20					
5.2.1	Excavación manual	5 días	mié 4/11/20	mié 11/11/20					
5.2.2	Perfilado de terreno	5 días	lun 26/10/20	vie 30/10/20					
5.3	▸ Instalación de tubería	20 días	vie 30/10/20	jue 26/11/20					
5.3.1	Instalación de Tubería de 6"	5 días	vie 30/10/20	vie 6/11/20					
5.3.2	Instalación de Tubería de 4"	5 días	vie 6/11/20	jue 12/11/20					
5.3.3	Instalación de Tubería de 3"	5 días	jue 12/11/20	vie 20/11/20					
5.3.4	Instalación de Tubería de 2"	5 días	vie 20/11/20	jue 26/11/20					
5.4	▸ Relleno y compactación	15 días	vie 20/11/20	mié 9/12/20					
5.4.1	Tendido de Arena	5 días	vie 20/11/20	jue 26/11/20					
5.4.2	Relleno de Sub base	5 días	jue 26/11/20	mié 2/12/20					
5.4.3	Instalación en Cinta de señalización	5 días	mié 2/12/20	mié 9/12/20					
5.5	▸ Instalación de Accesorios	10 días	mié 9/12/20	lun 21/12/20					
5.5.1	Instalación de accesorios	5 días	mié 9/12/20	mar 15/12/20					
5.5.2	Instalación de anclajes para accesorios	5 días	mar 15/12/20	lun 21/12/20					
5.6	▸ Prueba de Tubería	2 días	lun 21/12/20	mié 23/12/20					
5.6.1	Prueba de presión	1 día	lun 21/12/20	mar 22/12/20					
5.6.2	Desinfección de tubería	1 día	mar 22/12/20	mié 23/12/20					
6	FIN	1 día	mié 23/12/20	jue 24/12/20					

FUENTE: Elaboración propia

6.4 PRESUPUESTOS DE LAS OBRAS

El valor estimado del proyecto, según el presupuesto planteado por el contratista y establecido en el valor del contrato es de \$1.775.404.112 (Mil setecientos setenta y cinco millones cuatrocientos cuatro mil ciento doce pesos), ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

El presupuesto del proyecto incluye:

- AIU – Administración, imprevistos y utilidad, ver **Tabla 10**
- Costos y gastos tales como impuestos, contribuciones, estampillas y tributos necesarios para la suscripción, legalización, ejecución y liquidación del contrato.
- Permisos a que haya lugar, derivados de la ejecución;
- Gastos de administración, salarios y prestaciones sociales del personal, incrementos salariales y prestacionales, desplazamiento transporte, alojamiento;
- Y en general cualquier gasto que se genere en virtud de la suscripción, ejecución y liquidación del contrato.

Se incluyen igualmente todos los costos asociados a la implementación de las medidas de bioseguridad (atención de emergencia por COVID 19).

A continuación, en la **Tabla 25**, se observa la propuesta del contratista aprobado por las partes y establecidas en el contrato.

6.4.1 Presupuesto del proyecto

Tabla 9. Presupuesto del proyecto

PRESUPUESTO DEL PROYECTO					
EDT	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD	UNIDAD	Valor Unitario	VALOR TOTAL
1	PRELIMINARES				\$ 57.373.260
1.1	CERRAMIENTO Y CAMPAMENTO				
1.1.1	Firma de acta de inicio				
1.1.2	Cerramiento de obra	1224	ml	\$ 9.883	\$ 12.097.340
1.1.3	Campamento administrativo	8	mes	\$ 494.160	\$ 3.953.280
1.1.4	Campamento personal de obra	32	mes	\$ 575.830	\$ 18.426.560
1.1.5	Comedor	14	mes	\$ 576.520	\$ 8.071.280
1.1.6	Señalización	1	glb	\$ 14.824.800	\$ 14.824.800
2	PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR				\$ 239.582.414
2.1	Localización y replanteo de redes				
2.1.1	Replanteo de redes	3	dia	\$ 494.160	\$ 1.482.480
2.1.2	Inspección de pozos	3	dia	\$ 494.160	\$ 1.482.480
2.1.3	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 1.482.480	\$ 1.482.480
2.2	Demolición y excavación				
2.2.1	Demolición de tubería 18"	150,00	ml	\$ 41.180	\$ 6.177.000
2.2.2	Demolición de pozos	2	und	\$ 181.192	\$ 362.384
2.2.3	Excavación mecánica	4500	m3	\$ 20.590	\$ 92.655.000
2.3	Perforación dirigida				
2.3.1	Instalación de compresor	1	und	\$ 4.118.000	\$ 4.118.000
2.3.2	Instalación de camisa de acero	45	ml	\$ 1.647.200	\$ 74.124.000
2.3.3	Soldar camisa de acero	6	und	\$ 576.520	\$ 3.459.120
2.4	Instalación de tubería				
2.4.1	Aplicación de zica boom dentro de la camisa de acero	1	glb	\$ 5.461.582	\$ 5.461.582
2.4.2	Instalación de tubería de 30"	45	ml	\$ 617.700	\$ 27.796.500
2.5	Construcción pozo				
2.5.1	Instalación de placafondo parapozo	2	und	\$ 617.700	\$ 1.235.400
2.5.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	2	und	\$ 535.340	\$ 1.070.680
2.5.3	Instalación cilindro para pozo insp D=1,20m+0,25m	2	und	\$ 456.050	\$ 912.101
2.5.4	Instalación de cono de reducción	2	und	\$ 837.469	\$ 1.674.939
2.5.5	Instalación de placa superior de pozo	2	und	\$ 773.640	\$ 1.547.281
2.5.6	Instalación de tapa alcantarillado con materia reciclado diámetro 0,70m	2	und	\$ 681.694	\$ 1.363.387
2.6	Prueba tubería				
2.6.1	Prueba de hermeticidad	2	glb	\$ 4.118.000	\$ 8.236.000
2.6.2	Inspección CCTV	2	glb	\$ 2.470.800	\$ 4.941.600

PRESUPUESTO DEL PROYECTO					
EDT	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD	UNIDAD	Valor Unitario	VALOR TOTAL
3	INSTALACIÓN ALCANTARILLADO PARALELO AUTOPISTA SUR				\$ 557.455.775
3.1	Localización y replanteo de redes				
3.1.1	Inspección de pozos	5	dia	\$ 494.160	\$ 2.470.800
3.1.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 2.470.800	\$ 2.470.800
3.2	Demolición y excavación				
3.2.1	Demolición de tubería 18"	252,06	und	\$ 41.180	\$ 10.379.831
3.2.2	Demolición de pozos	6	und	\$ 181.192	\$ 1.087.152
3.2.3	Excavación mecánica	1143,44	m2	\$ 20.590	\$ 23.543.432
3.4	Entibado				
3.4.1	Instalación de lámina	1260,3	m2	\$ 8.236	\$ 10.379.831
3.4.2	Retiro de lámina	1260,3	m2	\$ 8.236	\$ 10.379.831
3.5	Instalación tubería				
3.5.1	Instalación de tubería de 27"	472,17	ml	\$ 345.912	\$ 163.327.878
3.5.2	Instalación de tubería de 24"	599,50	ml	\$ 321.204	\$ 192.563.083
3.5.3	Instalación de tubería de 18"	71,77	ml	\$ 230.608	\$ 16.550.773
3.6	Relleno y compactación				
3.6.1	Recebo B 200	400	m2	\$ 28.826	\$ 11.530.400
3.6.2	Base y Atrache triturado	250	m2	\$ 98.832	\$ 24.708.000
3.6.3	Subbase Granular B200	350	m2	\$ 74.124	\$ 25.943.400
3.6.4	Base Granular	300	m2	\$ 107.068	\$ 32.120.400
3.7	Construcción pozo				
3.7.1	Instalación de placafondo para pozo	6	und	\$ 617.700	\$ 3.706.200
3.7.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	6	und	\$ 535.340	\$ 3.212.040
3.7.3	Instalación cilindro para pozo inspD=1,20m+0,25m	6	und	\$ 456.050	\$ 2.736.302
3.7.4	Instalación de cono de reducción	6	und	\$ 837.469	\$ 5.024.817
3.7.5	Instalación de placa superior de pozo	6	und	\$ 773.640	\$ 4.641.843
3.7.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclado diámetro 0,70m	6	und	\$ 681.694	\$ 4.090.162
3.8	Prueba tubería				
3.8.1	Prueba de hermeticidad	1	glb	\$ 4.118.000	\$ 4.118.000
3.8.2	Inspección CCTV	1	glb	\$ 2.470.800	\$ 2.470.800
4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA VIA DE ACCESO TUCANES				\$ 383.324.564
4.1	Localización y replanteo de redes				
4.1.1	Inspección de pozos	10	dia	\$ 247.080	\$ 2.470.800
4.1.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 2.470.800	\$ 2.470.800
4.2	Demolición y excavación				
4.2.1	Demolición de tubería 18"	700,00	m3	\$ 41.180	\$ 28.826.000
4.2.2	Excavación mecánica	2000,00	m3	\$ 20.590	\$ 41.180.000
4.3	Entibado				
4.3.1	Instalación de lámina	5000	m2	\$ 8.236	\$ 41.180.000
4.3.2	Retiro de lámina	5000	m2	\$ 8.236	\$ 41.180.000
4.4	Instalación tubería				
4.4.1	Instalación de tubería de 14"	100	ml	\$ 189.428	\$ 18.942.800
4.4.2	Instalación de tubería de 10"	50	ml	\$ 131.776	\$ 6.588.800
4.4.3	Instalación de tubería de 8"	200	ml	\$ 90.596	\$ 18.119.200
4.5	Relleno y compactación				
4.5.1	Recebo B 200	1000	m2	\$ 28.826	\$ 28.826.000
4.5.2	Base y Atrache triturado	700	m2	\$ 98.832	\$ 69.182.400
4.5.3	Subbase Granular B200	300,00	m2	\$ 74.124	\$ 22.237.200
4.5.4	Base Granular	300,00	m2	\$ 107.068	\$ 32.120.400
4.6	Construcción pozo				
4.6.1	Instalación de placafondo para pozo	6	und	\$ 617.700	\$ 3.706.200
4.6.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	6	und	\$ 535.340	\$ 3.212.040
4.6.3	Instalación cilindro para pozo inspD=1,20m+0,25m	6	und	\$ 456.050	\$ 2.736.302
4.6.4	Instalación de cono de reducción	6	und	\$ 837.469	\$ 5.024.817
4.6.5	Instalación de placa superior de pozo	6	und	\$ 773.640	\$ 4.641.843
4.6.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclado diámetro 0,70m	6	und	\$ 681.694	\$ 4.090.162
4.7	Prueba tubería				
4.7.1	Prueba de hermeticidad	1	glb	\$ 4.118.000	\$ 4.118.000
4.7.2	Inspección CCTV	1	glb	\$ 2.470.800	\$ 2.470.800

PRESUPUESTO DEL PROYECTO					
EDT	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD	UNIDAD	Valor Unitario	VALOR TOTAL
5	INSTALACION DE TUBERIA AGUA POTABLE				\$ 224.464.706
5.1	Localización y replanteo de redes				
5.1.1	Inspección de terreno	4	dia	\$ 494.160	\$ 1.976.640
5.1.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 1.976.640	\$ 1.976.640
5.2	Excavación				
5.2.1	Excavación manual	500	m3	\$ 28.826	\$ 14.413.000
5.2.2	Perfilado de terreno	200	m2	\$ 8.236	\$ 1.647.200
5.3	Instalación de tubería				
5.3.1	Instalación de Tubería de 6"	418	ml	\$ 164.720	\$ 68.852.960
5.3.2	Instalación de Tubería de 4"	150	ml	\$ 148.248	\$ 22.237.200
5.3.3	Instalación de Tubería de 3"	90	ml	\$ 98.832	\$ 8.894.880
5.3.4	Instalación de Tubería de 2"	80	ml	\$ 82.360	\$ 6.588.800
5.4	Relleno y compactación				
5.4.1	Tendido de Arena	200	m3	\$ 65.888	\$ 13.177.600
5.4.2	Relleno de Subbase	800	m3	\$ 82.360	\$ 65.888.000
5.4.3	Instalación en Cinta de señalización	400	ml	\$ 1.318	\$ 527.104
5.5	Instalación de Accesorios				
5.5.1	Instalación de accesorios	70	und	\$ 164.720	\$ 11.530.400
5.5.2	Instalación de anclajes para accesorios	70	und	\$ 4.118	\$ 288.260
5.6	Prueba de Tubería				
5.6.1	Prueba de presión	1	glb	\$ 4.118.000	\$ 4.118.000
5.6.2	Desinfección de tubería	1	glb	\$ 2.348.022	\$ 2.348.022
		Total costos directos			\$ 1.462.200.719
		Administración			11% \$ 160.842.079,06
		Imprevistos			3% \$ 43.866.021,56
		Utilidad			4% \$ 58.488.028,75
		Valor total AIU			\$ 263.196.129,37
		Valor iva sobre la utilidad			19% \$ 50.007.264,58
		Valor total de la obra			\$ 1.775.404.112,7

FUENTE: Elaboración propia, extraído del presupuesto de la obra.

6.4.2 Presupuesto de la administración de la obra

Tabla 10. Presupuesto de la administración de la obra.

PRESUPUESTO DE ADMINITRACION								
ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD	% DEDICACION	TIEMPO (MESES)	ASIGNACION BASICA ACTUALIZADA	FACTOR PRESTACIONAL	VALOR
			JORNADA D					
1	PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO ADMINISTRATIVO							
	DIRECTOR DE OBRA	1	1	100%	7	7.326.368,00	63,00%	\$ 51.284.576
	RESIDENTE DE OBRA	1	1	100%	7	2.502.815,81	63,00%	\$ 28.031.537
	RESIDENTE SISO-HSEQ	1	1	100%	7	1.500.000,00	68,29%	\$ 18.270.000
SUBTOTAL								\$ 97.586.113
2	OTROS GASTOS							
	ARRIENDO OFICINA INCLUYENDO ADMINISTRACIÓN, SERVICIOS PÚBLICOS, COMUNICACIONES	MES	1	100%	7	600.000,00		\$ 4.200.000
	GASTOS OFICINA (PAPELERIA, FOTOCOPIAS Y OTROS)	MES	1	100%	7	300.000,00		\$ 2.100.000
	SEGURIDAD SALUD EN EL TRABAJO	UN	1	100%	1	4.286.828,34		\$ 3.186.828
	CAFETERIA	MES	1	100%	7	120.000,00		\$ 420.000
	DOTACION DE PERSONAL	GL	1	100%	1	2.000.000,00		\$ 2.000.000
	VIGILANCIA 24 HORAS	MES	1	100%	7	1.628.743,00		\$ 11.401.201
SUBTOTAL								\$ 23.308.029
3	GASTOS LEGALES OBRA							
	POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO PARTICULAR							\$ 4.423.000
	POLIZA DE SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRA CONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO							\$ 1.017.000
SUBTOTAL								\$ 5.440.000
4	IMPUESTOS							
	RETENCION EN LA FUENTE (2% SOBRE EL VALOR GRAVABLE DEL CONTRATO)	UN	VALOR GRAVABLE (VALOR TOTAL DEL CONTRATO - IVA SOBRE UTILIDAD)			\$1.725.396.848,10	2%	\$ 34.507.937
	RETEICA 0,015%	UN						
		UN						
		UN						
SUBTOTAL								\$ 34.507.937
SUBTOTAL VALOR DE LA ADMINISTRACIÓN								\$ 160.842.079
					PORCENTAJE ADMINISTRACIÓN			11%

FUENTE: Elaboración propia, extraído del presupuesto de la obra.

6.5 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO

6.5.1 Descripción de la plantilla de datos de la línea base del proyecto

Mediante la utilización de una plantilla de Excel, denominada **plantilla de datos de la línea base del proyecto**, se realiza toda la recopilación y organización de las actividades que hacen parte de la ejecución del proyecto, en esta actividad se llevó a cabo la digitación de cada uno de los paquetes de trabajo detallados en la EDT, y se realizó la organización de cada una de las tareas que hacen parte de cada actividad.

Sin embargo, en esta plantilla de datos, solo se digita cada una de las actividades del proyecto y posteriormente en el desarrollo de la investigación y a medida que se obtienen los resultados de cada corte de obra, se observará, el porcentaje completado por cada período, porcentaje faltante de la actividad, valor ganado en el período, valor ganado en la actividad y el costo real en el periodo y el costo real de la actividad.

Es importante resaltar que la plantilla de datos de la línea base del proyecto, es la que recopila la información en el punto de partida de la obra, referente a las actividades planeadas en el cronograma y el presupuesto planeado, la información digitada en la plantilla de datos no puede ser modificada a lo largo de la ejecución de la obra, debido a que es la que permite comparar los resultados finales del proyecto con lo planeado. A continuación, se observa la plantilla de datos de la línea base del proyecto, debidamente diligenciada con la información planeada del proyecto, obtenida de la EDT, el presupuesto y el cronograma de actividades.

- En la columna Actividades de la plantilla de datos, se observa la lista de actividades planeadas y presupuestadas en el cronograma de actividades del proyecto,
- en las columnas unidad y cantidad planeada, se detalla la cantidad planeada por cada tarea en la ejecución total de la obra.
- Las columnas valor unitario y PV – total del proyecto, contienen el valor unitario y total planeado en la ejecución proyecto.
- Las columnas PV- corte 1, PV-corte 2, PV- corte 3... PV 14 describen el valor presupuestado por cada período, como lo indica la última columna.
- La columna cortes planeados, indica el número de período en los que finaliza cada tarea de la lista de actividades, durante la ejecución del proyecto y cada corte contiene un valor planeado equivalente a cada período.

La plantilla de datos es la línea base del proyecto, y como se mencionó anteriormente, esta planilla no se podrá modificar en ningún escenario del proyecto, debido a que es la que servirá para comparar con los resultados al finalizar el proyecto.

A continuación, se observa la lista de actividades del proyecto distribuidos en dos secciones; recopilación de datos desde el periodo 1 a 7 y recopilación de datos desde el período 8 y 14.

En cada periodo se puede observar el valor planeado para cada actividad en cada periodo y finalmente se totaliza la sumatoria del total del proyecto

6.5.1.1 Recopilación de datos periodo 1 a 7, preliminares y perforación dirigida – Ramming autopista sur.

Tabla 11. Recopilación de datos de preliminares y perforación dirigida – Ramming autopista sur, periodo 1 a 7

EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO					VALOR PLANEADO POR PERIODO						
	Actividades	Descripción				Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 25 FEB 2021)						
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTALPROYECTO con AIU	PV- periodo 1	PV- periodo 2	PV- periodo 3	PV- periodo 4	PV- periodo 5	PV- periodo 6	PV- periodo 7
1.	PRELIMINARES											
1.1	CERRAMIENTOYOCAMPAMENTO				\$69.688.368							
1.1.1	Firma de acta de inicio											
1.1.2	Cerramiento de obra	1224	ml	\$ 12.000	\$14.688.368	\$14.688.368	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.1.3	Campamento administrativo	8	mes	\$ 600.000	\$4.800.000	\$4.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.1.4	Campamento personal de obra	32	mes	\$ 700.000	\$22.400.000	\$22.400.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.1.5	Comedor	14	mes	\$ 700.000	\$9.800.000	\$9.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.1.6	Señalización	1	glb	\$ 18.000.000	\$18.000.000	\$18.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2	PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR											
2.1	Localización y replanteoderedes				\$290.896.569							
2.1.1	Replanteo de redes	3	dia	\$ 600.000	\$1.800.000	\$1.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.1.2	Inspección de pozos	3	dia	\$ 600.000	\$1.800.000	\$1.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.1.3	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 1.800.000	\$1.800.000	\$1.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.2	Demoliciónyexcavación											
2.2.1	Demolicion de tubería18"	150,00	ml	\$ 50.000	\$7.500.000	\$7.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.2.2	Demolicion de pozos	2	und	\$ 220.000	\$440.000	\$375.833	\$64.167	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.2.3	Excavación mecanica	4500	m3	\$ 25.000	\$112.500.000	\$0	\$112.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.3	Perforación dirigida											
2.3.1	Instalación de compresor	1	und	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.3.2	Instalación de camisa de acero	45	ml	\$ 2.000.000	\$90.000.000	\$0	\$54.750.000	\$35.250.000	\$0	\$0	\$0	\$0
2.3.3	Soldar camisa de acero	6	und	\$ 700.000	\$4.200.000	\$0	\$0	\$2.275.000	\$1.925.000	\$0	\$0	\$0
2.4	Instalación de tubería											
2.4.1	Aplicación de zica boom dentro de la camisa de acero	1	glb	\$ 6.631.353	\$6.631.353	\$0	\$0	\$3.591.982	\$3.039.370	\$0	\$0	\$0
2.4.2	Intalacion de tuberíade30"	45	ml	\$ 750.000	\$33.750.000	\$0	\$0	\$0	\$33.750.000	\$0	\$0	\$0
2.5	Construcción pozo											
2.5.1	Instalación de placafondo parapozo	2	und	\$ 750.000	\$1.500.000	\$0	\$0	\$0	\$1.500.000	\$0	\$0	\$0
2.5.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	2	und	\$ 650.000	\$1.300.000	\$0	\$0	\$0	\$1.300.000	\$0	\$0	\$0
2.5.3	Instalación cilindro para pozo inspD=1,20me+0,25m	2	und	\$ 553.728	\$1.107.456	\$0	\$0	\$0	\$1.107.456	\$0	\$0	\$0
2.5.4	Instalación de cono de reducción	2	und	\$ 1.016.840	\$2.033.680	\$0	\$0	\$0	\$2.033.680	\$0	\$0	\$0
2.5.5	Instalación de placa superior de pozo	2	und	\$ 939.340	\$1.878.680	\$0	\$0	\$0	\$1.017.618	\$861.062	\$0	\$0
2.5.6	Instalación de tapa alcantarillado con materia reciclado diametro0,70m	2	und	\$ 827.700	\$1.655.400	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1.655.400	\$0	\$0
2.6	Prueba tubería											
2.6.1	Prueba de hermeticidad	2	glb	\$ 5.000.000	\$10.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$10.000.000	\$0	\$0
2.6.2	Inspección CCTV	2	glb	\$ 3.000.000	\$6.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$6.000.000	\$0	\$0

FUENTE: Elaboración propia.

6.5.1.2 Recopilación de datos periodo 1 a 7, instalación de alcantarillado paralelo a la autopista sur. 7

Tabla 12. Recopilación de datos de la instalación de alcantarillado paralelo a la autopista sur, periodo 1 a 7

EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO				VALOR PLANEADO POR PERIODO							
	Actividades	Descripción				Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 25 FEB 2021)						
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTALPROYECTO con AIU	PV- periodo 1	PV- periodo 2	PV- periodo 3	PV- periodo 4	PV- periodo 5	PV- periodo 6	PV- periodo 7
3	INSTALACIÓN ALCANTARILLADO PARALELO AUTOPISTA SUR				\$676.852.568							
3.1	Localización y replanteo de redes											
3.1.1	Inspección de pozos	5	dia	\$ 600.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$3.000.000	\$0	\$0
3.1.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 3.000.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$3.000.000	\$0	\$0
3.2	Demolición y excavación											
3.2.1	Demolición de tubería18"	252,06	und	\$ 50.000	\$12.603.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$12.603.000	\$0	\$0
3.2.2	Demolición de pozos	6	und	\$ 220.000	\$1.320.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1.320.000	\$0	\$0
3.2.3	Excavación mecánica	1143,44	m2	\$ 25.000	\$28.586.004	\$0	\$0	\$0	\$0	\$5.359.876	\$23.226.128	\$0
3.4	Entibado											
3.4.1	Instalación de lámina	1260,3	m2	\$ 10.000	\$12.603.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$12.603.000	\$0
3.4.2	Retiro de lámina	1260,3	m2	\$ 10.000	\$12.603.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$12.603.000	\$0
3.5	Instalación tubería											
3.5.1	Intalación de tuberíade27"	472,17	ml	\$ 420.000	\$198.309.712	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$198.309.712	\$0
3.5.2	Intalación de tuberíade24"	599,50	ml	\$ 390.000	\$233.806.560	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$63.931.481	\$169.875.079
3.5.3	Instalación de tuberíade18"	71,77	ml	\$ 280.000	\$20.095.645	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$20.095.645
3.6	Relleno y compactación											
3.6.1	Recebo B 200	400	m2	\$ 35.000	\$14.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$14.000.000
3.6.2	Base y Atraque triturado	250	m2	\$ 120.000	\$30.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$30.000.000
3.6.3	Subbase Granular B200	350	m2	\$ 90.000	\$31.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$31.500.000
3.6.4	Base Granular	300	m2	\$ 130.000	\$39.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$39.000.000
3.7	Construcción pozo											
3.7.1	Instalación de placafondo para pozo	6	und	\$ 750.000	\$4.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$3.825.000
3.7.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	6	und	\$ 650.000	\$3.900.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.3	Instalación cilindro para pozo inspD=1,20me+0,25m	6	und	\$ 553.728	\$3.322.368	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.4	Instalación de cono de reducción	6	und	\$ 1.016.840	\$6.101.040	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.5	Instalación de placa superior de pozo	6	und	\$ 939.340	\$5.636.040	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclado diametro 0,70m	6	und	\$ 827.700	\$4.966.200	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.8	Prueba tubería											
3.8.1	Prueba de hermeticidad	1	glb	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.8.2	Inspección CCTV	1	glb	\$ 3.000.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

FUENTE: Elaboración propia

6.5.1.3 Recopilación de datos periodo 1 a 7, instalación de la tubería de la vía de acceso a Tucanes

Tabla 13. Recopilación de datos de la instalación de la tubería de la vía de acceso a Tucanes, periodo 1 a 7

EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO				VALOR PLANEADO POR PERIODO							
	Actividades	Descripción			Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 25 FEB 2021)							
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTALPROYECTO con AIU	PV- periodo 1	PV- periodo 2	PV- periodo 3	PV- periodo 4	PV- periodo 5	PV- periodo 6	PV- periodo 7
4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA VIA DE ACCESO TUCANES				\$465.425.648							
4.1	Localización y replanteo de redes											
4.1.1	Inspección de pozos	10	dia	\$ 300.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.1.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 3.000.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.2	Demolición y excavación											
4.2.1	Demolición de tubería 18"	700,00	m3	\$ 50.000	\$35.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.2.2	Excavación mecánica	2000,00	m3	\$ 25.000	\$50.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.3	Entibado											
4.3.1	Instalación de lámina	5000	m2	\$ 10.000	\$50.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.3.2	Retiro de lámina	5000	m2	\$ 10.000	\$50.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.4	Instalación tubería											
4.4.1	Intalacion de tuberíade 14"	100	ml	\$ 230.000	\$23.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.4.2	Intalacion de tubería de 10"	50	ml	\$ 160.000	\$8.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.4.3	Intalacion de tubería de 8"	200	ml	\$ 110.000	\$22.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.5	Relleno y compactación											
4.5.1	Recebo B 200	1000	m2	\$ 35.000	\$35.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.5.2	Base y Atraque triturado	700	m2	\$ 120.000	\$84.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.5.3	Subbase Granular B200	300,00	m2	\$ 90.000	\$27.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.5.4	Base Granular	300,00	m2	\$ 130.000	\$39.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.6	Construcción pozo											
4.6.1	Instalación de placafondo para pozo	6	und	\$ 750.000	\$4.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.6.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	6	und	\$ 650.000	\$3.900.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.6.3	Instalación cilindro para pozo inspD=1,20me+0,25m	6	und	\$ 553.728	\$3.322.368	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.6.4	Instalación de cono de reducción	6	und	\$ 1.016.840	\$6.101.040	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.6.5	Instalación de placa superior de pozo	6	und	\$ 939.340	\$5.636.040	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.6.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclado diametro0,70m	6	und	\$ 827.700	\$4.966.200	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
4.7	Prueba tubería											
4.7.1	Prueba de hermeticidad	1	glb	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
7.7.2	Inspección CCTV	1	glb	\$ 3.000.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

FUENTE: Elaboración propia

6.5.1.4 Recopilación de datos periodo 1 a 7, instalación de tubería de agua potable.

Tabla 14. Recopilación de datos de la instalación de tubería de agua potable, periodo 1 a 7

EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO					VALOR PLANEADO POR PERIODO						
	Actividades	Descripción				Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 25 FEB 2021)						
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTALPROYECTO con AIU	PV- periodo 1	PV- periodo 2	PV- periodo 3	PV- periodo 4	PV- periodo 5	PV- periodo 6	PV- periodo 7
5	INSTALACION DE TUBERIA AGUA POTABLE				\$272.540.960							
5.1	Localización y replanteodere											
5.1.1	Inspección de terreno	4	día	\$ 600.000	\$2.400.000	\$2.400.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.5.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 2.400.000	\$2.400.000	\$2.400.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.2	Excavacion											
5.2.1	Excavación manual	500	m3	\$ 35.000	\$17.500.000	\$17.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.2.2	Perfilado de terreno	200	m2	\$ 10.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.3	Instalación de tubería											
5.3.1	Instalacion de Tuberiade6"	418	ml	\$ 200.000	\$83.600.000	\$83.600.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.3.2	Instalacion de Tuberiade4"	150	ml	\$ 180.000	\$27.000.000	\$27.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.3.3	Instalacion de Tuberiade 3"	90	ml	\$ 120.000	\$10.800.000	\$135.000	\$10.665.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.3.4	Instalacion de Tuberia de 2"	80	ml	\$ 100.000	\$8.000.000	\$0	\$8.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.4	Relleno y compactación											
5.4.1	Tendido de Arena	200	m3	\$ 80.000	\$16.000.000	\$0	\$16.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.4.2	Relleno de Subbase	800	m3	\$ 100.000	\$80.000.000	\$0	\$58.000.000	\$22.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
5.4.3	Instalacion en Cinta de señalizacion	400	ml	\$ 1.600	\$640.000	\$0	\$0	\$640.000	\$0	\$0	\$0	\$0
5.5	Instalacionde Accesorios											
5.5.1	Instalación de accesorios	70	und	\$ 200.000	\$14.000.000	\$0	\$0	\$14.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
5.5.2	Instalación de anclajes para accesorios	70	und	\$ 5.000	\$350.000	\$0	\$0	\$183.750	\$166.250	\$0	\$0	\$0
5.6	Prueba de Tubería											
5.6.1	Prueba de presión	1	glb	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0
5.6.2	Desinfección de tubería	1	glb	\$ 2.850.960	\$2.850.960	\$0	\$0	\$0	\$2.850.960	\$0	\$0	\$0
	TOTAL PV - POR PERIODO			\$ 98.133.737,00	\$1.775.404.113	\$217.999.201	\$264.979.167	\$77.940.732	\$53.690.334	\$43.799.338	\$310.673.321	\$308.295.724

FUENTE: Elaboración propia.

6.5.1.5 Recopilación de datos periodo 8 a 14, preliminares y perforación dirigida – Ramming Autopista sur.

Tabla 15. Recopilación de datos de preliminares y perforación dirigida – Ramming autopista sur, periodo 8 a 14

EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO				Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 30 Junio 2021)							
	Actividades	Descripción										
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTALPROYECTO con AIU	PV- periodo 8	PV- periodo 9	PV- periodo 10	PV- periodo 11	PV- periodo 12	PV- periodo 13	PV- periodo 14
1.	PRELIMINARES											
1.1	CERRAMIENTOYCAMPAMENTO				\$69.688.368							
1.1.1	Firma de acta de inicio											
1.1.2	Cerramiento de obra	1224	ml	\$ 12.000	\$14.688.368	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.1.3	Campamento administrativo	8	mes	\$ 600.000	\$4.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.1.4	Campamento personal de obra	32	mes	\$ 700.000	\$22.400.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.1.5	Comedor	14	mes	\$ 700.000	\$9.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
1.1.6	Señalización	1	glb	\$ 18.000.000	\$18.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2	PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR											
2.1	Localización y replanteoderedes				\$290.896.569							
2.1.1	Replanteo de redes	3	día	\$ 600.000	\$1.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.1.2	Inspección de pozos	3	día	\$ 600.000	\$1.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.1.3	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 1.800.000	\$1.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.2	Demoliciónyexcavación											
2.2.1	Demolicion de tubería18"	150,00	ml	\$ 50.000	\$7.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.2.2	Demolicion de pozos	2	und	\$ 220.000	\$440.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.2.3	Excavación mecanica	4500	m3	\$ 25.000	\$112.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.3	Perforación dirigida											
2.3.1	Instalación de compresor	1	und	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.3.2	Instalación de camisa de acero	45	ml	\$ 2.000.000	\$90.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.3.3	Soldar camisa de acero	6	und	\$ 700.000	\$4.200.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.4	Instalación de tubería											
2.4.1	Aplicación de zica boom dentro de la camisa de acero	1	glb	\$ 6.631.353	\$6.631.353	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.4.2	Intalacion de tuberíade30"	45	ml	\$ 750.000	\$33.750.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.5	Construcción pozo											
2.5.1	Instalación de placafondo parapozo	2	und	\$ 750.000	\$1.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.5.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	2	und	\$ 650.000	\$1.300.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.5.3	Instalación cilindro para pozo inspD=1,20me+0,25m	2	und	\$ 553.728	\$1.107.456	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.5.4	Instalación de cono de reducción	2	und	\$ 1.016.840	\$2.033.680	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.5.5	Instalación de placa superior de pozo	2	und	\$ 939.340	\$1.878.680	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.5.6	Instalación de tapa alcantarillado con materia reciclado diametro0,70m	2	und	\$ 827.700	\$1.655.400	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.6	Prueba tubería											
2.6.1	Prueba de hermeticidad	2	glb	\$ 5.000.000	\$10.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
2.6.2	Inspección CCTV	2	glb	\$ 3.000.000	\$6.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

FUENTE: Elaboración propia.

6.5.1.6 Recopilación de datos periodo 8 a 14, instalación de alcantarillado paralelo a la autopista sur.

Tabla 16. Recopilación de datos de la instalación del alcantarillado paralelo a la autopista sur, periodo 8 al 14

EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO				Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 30 Junio 2021)							
	Actividades	Descripción										
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTAL PROYECTO con AIU	PV- periodo 8	PV- periodo 9	PV- periodo 10	PV- periodo 11	PV- periodo 12	PV- periodo 13	PV- periodo 14
3	INSTALACIÓN ALCANTARILLADO PARALELO AUTOPISTA SUR				\$676.852.568							
3.1	Localización y replanteo de redes											
3.1.1	Inspección de pozos	5	día	\$ 600.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.1.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 3.000.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.2	Demolición y excavación											
3.2.1	Demolicion de tubería18"	252,06	und	\$ 50.000	\$12.603.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.2.2	Demolicion de pozos	6	und	\$ 220.000	\$1.320.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.2.3	Excavación mecánica	1143,44	m2	\$ 25.000	\$28.586.004	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.4	Entibado											
3.4.1	Instalación de lámina	1260,3	m2	\$ 10.000	\$12.603.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.4.2	Retiro de lámina	1260,3	m2	\$ 10.000	\$12.603.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.5	Instalación tubería											
3.5.1	Intalacion de tuberíade27"	472,17	ml	\$ 420.000	\$198.309.712	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.5.2	Intalacion de tuberíade24"	599,50	ml	\$ 390.000	\$233.806.560	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.5.3	Instalación de tuberíade18"	71,77	ml	\$ 280.000	\$20.095.645	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.6	Relleno y compactación											
3.6.1	Recebo B 200	400	m2	\$ 35.000	\$14.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.6.2	Base y Atraque triturado	250	m2	\$ 120.000	\$30.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.6.3	Subbase Granular B200	350	m2	\$ 90.000	\$31.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.6.4	Base Granular	300	m2	\$ 130.000	\$39.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7	Construcción pozo											
3.7.1	Instalación de placafondo para pozo	6	und	\$ 750.000	\$4.500.000	\$675.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	6	und	\$ 650.000	\$3.900.000	\$3.900.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.3	Instalación cilindro para pozo inspD=1,20me+0,25m	6	und	\$ 553.728	\$3.322.368	\$3.322.368	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.4	Instalación de cono de reducción	6	und	\$ 1.016.840	\$6.101.040	\$4.728.306	\$1.372.734	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.5	Instalación de placa superior de pozo	6	und	\$ 939.340	\$5.636.040	\$0	\$5.636.040	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.7.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclado diametro 0,70m	6	und	\$ 827.700	\$4.966.200	\$0	\$4.966.200	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.8	Prueba tubería											
3.8.1	Prueba de hermeticidad	1	glb	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
3.8.2	Inspección CCTV	1	glb	\$ 3.000.000	\$3.000.000	\$0	\$2.625.000	\$375.000	\$0	\$0	\$0	\$0

FUENTE: Elaboración propia.

6.5.1.7 Recopilación de datos, periodo 8 a 14 – instalación de tubería de la vía de acceso a Tucanes.

Tabla 17. Recopilación de datos de la instalación de la tubería de la vía de acceso a Tucanes, periodo 8 al 14

EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO				Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 30 Junio 2021)							
	Actividades	Descripción										
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTALPROYECTO con AIU	PV- periodo 8	PV- periodo 9	PV- periodo 10	PV- periodo 11	PV- periodo 12	PV- periodo 13	PV- periodo 14
4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA VIA DE ACCESO TUCANES				\$465.425.648							
4.1	Localización y replanteo de redes											
4.1.1	Inspección de pozos	10	dia	\$ 300.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
4.1.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 3.000.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
4.2	Demolición y excavación											
4.2.1	Demolicion de tubería 18"	700,00	m3	\$ 50.000	\$35.000.000	\$0	\$0	\$35.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
4.2.2	Excavación mecánica	2000,00	m3	\$ 25.000	\$50.000.000	\$0	\$0	\$50.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
4.3	Entibado											
4.3.1	Instalación de lámina	5000	m2	\$ 10.000	\$50.000.000	\$0	\$0	\$50.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
4.3.2	Retiro de lámina	5000	m2	\$ 10.000	\$50.000.000	\$0	\$0	\$50.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
4.4	Instalación tubería											
4.4.1	Intalacion de tuberíade 14"	100	ml	\$ 230.000	\$23.000.000	\$0	\$0	\$23.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0
4.4.2	Intalacion de tubería de 10"	50	ml	\$ 160.000	\$8.000.000	\$0	\$0	\$2.400.000	\$5.600.000	\$0	\$0	\$0
4.4.3	Intalacion de tubería de 8"	200	ml	\$ 110.000	\$22.000.000	\$0	\$0	\$0	\$22.000.000	\$0	\$0	\$0
4.5	Relleno y compactación											
4.5.1	Recebo B 200	1000	m2	\$ 35.000	\$35.000.000	\$0	\$0	\$0	\$35.000.000	\$0	\$0	\$0
4.5.2	Base y Atraque triturado	700	m2	\$ 120.000	\$84.000.000	\$0	\$0	\$0	\$84.000.000	\$0	\$0	\$0
4.5.3	Subbase Granular B200	300,00	m2	\$ 90.000	\$27.000.000	\$0	\$0	\$0	\$27.000.000	\$0	\$0	\$0
4.5.4	Base Granular	300,00	m2	\$ 130.000	\$39.000.000	\$0	\$0	\$0	\$27.787.500	\$11.212.500	\$0	\$0
4.6	Construcción pozo											
4.6.1	Instalación de placafondo para pozo	6	und	\$ 750.000	\$4.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$4.050.000	\$450.000	\$0
4.6.2	Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	6	und	\$ 650.000	\$3.900.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$3.900.000	\$0
4.6.3	Instalación cilindro para pozo inspD=1,20me+0,25m	6	und	\$ 553.728	\$3.322.368	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$3.322.368	\$0
4.6.4	Instalación de cono de reducción	6	und	\$ 1.016.840	\$6.101.040	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$4.270.728	\$1.830.312
4.6.5	Instalación de placa superior de pozo	6	und	\$ 939.340	\$5.636.040	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$5.636.040
4.6.6	Instalación de tapa alcantarillado con material reciclado diametro0,70m	6	und	\$ 827.700	\$4.966.200	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$4.966.200
4.7	Prueba tubería											
4.7.1	Prueba de hermeticidad	1	glb	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$5.000.000
7.7.2	Inspección CCTV	1	glb	\$ 3.000.000	\$3.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$3.000.000

FUENTE: Elaboración propia.

6.5.1.8 Recopilación de datos periodo 8 a 14, instalación de tubería de agua potable.

Tabla 18. Recopilación de datos de la instalación de tubería de agua potable, periodo 8 al 14

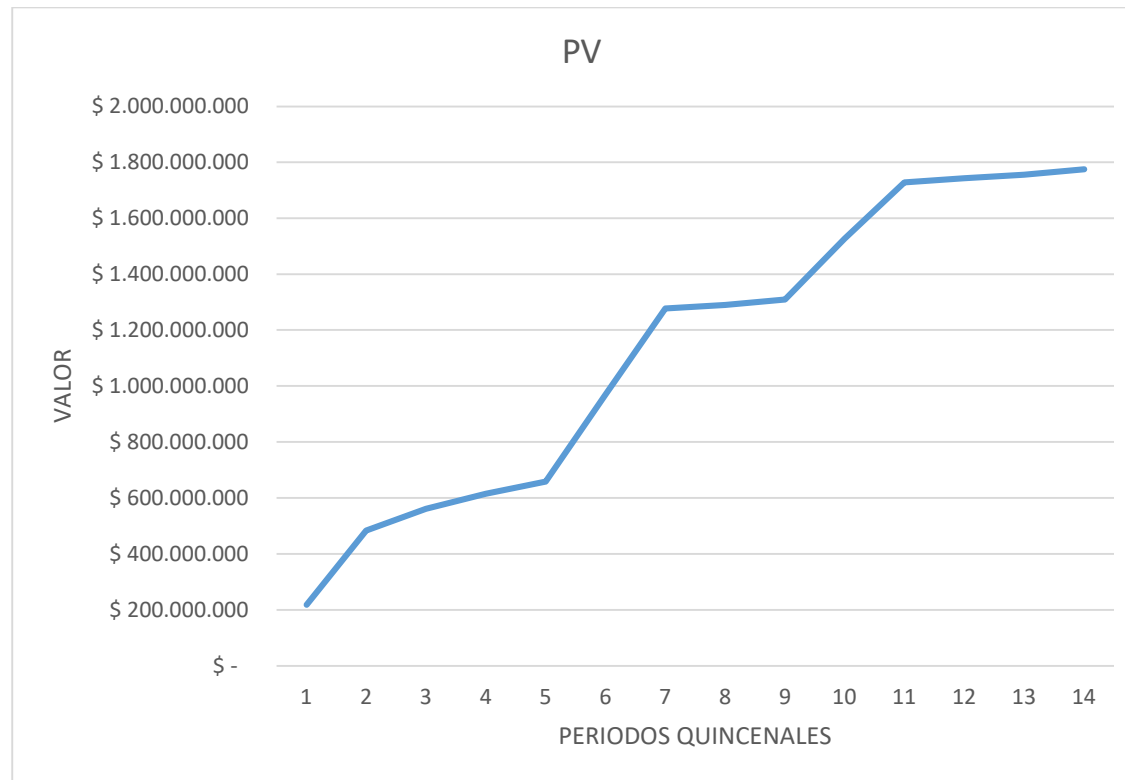
EDT	PRESUPUESTO DEL PROYECTO				Periodos quincenales (12 NOV 2020 - 30 Junio 2021)							
	Actividades	Descripción										
	CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	ValorUnitario con AIU	PV-TOTALPROYECTO con AIU	PV- periodo 8	PV- periodo 9	PV- periodo 10	PV- periodo 11	PV- periodo 12	PV- periodo 13	PV- periodo 14
5	INSTALACION DE TUBERIA AGUA POTABLE				\$272.540.960							
5.1	Localización y replanteo de redes											
5.1.1	Inspección de terreno	4	dia	\$ 600.000	\$2.400.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.5.2	Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 2.400.000	\$2.400.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.2	Excavación											
5.2.1	Excavación manual	500	m3	\$ 35.000	\$17.500.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.2.2	Perfilado de terreno	200	m2	\$ 10.000	\$2.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.3	Instalación de tubería											
5.3.1	Instalación de Tubería de 6"	418	ml	\$ 200.000	\$83.600.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.3.2	Instalación de Tubería de 4"	150	ml	\$ 180.000	\$27.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.3.3	Instalación de Tubería de 3"	90	ml	\$ 120.000	\$10.800.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.3.4	Instalación de Tubería de 2"	80	ml	\$ 100.000	\$8.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.4	Relleno y compactación											
5.4.1	Tendido de Arena	200	m3	\$ 80.000	\$16.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.4.2	Relleno de Subbase	800	m3	\$ 100.000	\$80.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.4.3	Instalación en Cinta de señalización	400	ml	\$ 1.600	\$640.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.5	Instalación de Accesorios											
5.5.1	Instalación de accesorios	70	und	\$ 200.000	\$14.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.5.2	Instalación de anclajes para accesorios	70	und	\$ 5.000	\$350.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.6	Prueba de Tubería											
5.6.1	Prueba de presión	1	glb	\$ 5.000.000	\$5.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
5.6.2	Desinfección de tubería	1	glb	\$ 2.850.960	\$2.850.960	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
	TOTAL PV - POR PERIODO			\$ 98.133.737,00	\$1.775.404.113	\$12.625.674	\$19.599.974	\$216.775.000	\$201.387.500	\$15.262.500	\$11.943.096	\$20.432.552

FUENTE: Elaboración propia.

6.5.2 Curva S del valor planeado del proyecto

Tomando como referencia los valores digitados en la plantilla de datos de la línea base del proyecto, se realiza la curva S del valor planeado, con el total del valor planeado PV acumulado del proyecto. Ver Figura 18

Figura 18. Curva S del valor planeado del proyecto



FUENTE: Elaboración propia.

6.5.3 Descripción de la plantilla del valor ganado

Con el objetivo de identificar alertas tempranas sobre desvíos en el alcance, presupuesto o en el cronograma de la obra, y garantizar la toma de decisiones oportunas en el proyecto, se utilizó el instrumento de control y seguimiento de la gestión del valor ganado, sigla en inglés EVM, que se denominó **plantilla del valor ganado**

Esta plantilla se aplica durante toda la dirección el proyecto y se diligencia por cada período de ejecución de la obra. La plantilla del valor ganado permite diligenciar la totalidad de los datos necesarios para establecer el Presupuesto del proyecto a partir de las actividades que se han definido previamente en la plantilla de datos de la línea base del presupuesto. De esta manera, podrá obtener el Valor Ganado y el Costo Real consignando los datos respectivos a medida que se desarrollan las tareas o actividades.

Para obtener el valor ganado EV por periodo y por actividad o tarea, se registra en la columna porcentaje de ejecución (máximo 100%) de avance de cada tarea presupuestada en cada periodo programado y en la columna valor ganado se diligencia en pesos el valor correspondiente al porcentaje de ejecución de la tarea.

El costo real AC de una tarea presupuestada en un periodo dado, se registra en el campo COSTO REAL EN EL PERIODO. El valor registrado debe tener como origen los datos tomados y consolidados por tarea y por periodo del documento de corte de obra de la organización. Por lo tanto, es independiente del valor presupuestado y del valor ganado.

A continuación, se puede observar en las tablas, los resultados obtenidos durante los períodos del 1 al 10, para las tareas efectivamente ejecutadas en la fecha de análisis del valor ganado.

Tabla 19 - Plantilla de datos del valor ganado periodo

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
ACTIVIDADES					PERIODO 1 - (12 NOVIEMBRE 2020)					
	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PV -PERIODO 1	PERIODO 1	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 1		
						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES										
PRELIMINARES										
CERRAMIENTOY CAMPAMENTO										
Firma de acta de inicio										
Cerramiento de obra	1224	ml	\$ 12.000,00	\$ 14.688.368,00	\$ 14.688.368	100%	\$ 14.688.368	1224	ml	\$ 14.688.368
Campamento administrativo	8	mes	\$ 600.000,00	\$ 4.800.000,00	\$ 4.800.000	100%	\$ 4.800.000	8	mes	\$ 1.800.000
Campamento personal de obra	32	mes	\$ 700.000,00	\$ 22.400.000,00	\$ 22.400.000	100%	\$ 22.400.000	32	mes	\$ 22.400.000
Comedor	14	mes	\$ 700.000,00	\$ 9.800.000,00	\$ 9.800.000	100%	\$ 9.800.000	14	mes	\$ 9.800.000
Señalización	1	glb	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000	100%	\$ 18.000.000	1	glb	\$ 18.000.000
PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR										
Localización y replanteo de redes										
Replanteo de redes	3	dia	\$ 600.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000	100%	\$ 1.800.000	3	dia	\$ 1.800.000
Inspección de pozos	3	dia	\$ 600.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000	100%	\$ 1.800.000	3	dia	\$ 1.800.000
Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000	100%	\$ 1.800.000	1	glb	\$ 1.800.000
Demolición y excavación										
Demolición de tubería 18"	150	ml	\$ 50.000,00	\$ 7.500.000,00	\$ 7.500.000	100%	\$ 7.500.000	150	ml	\$ 7.500.000
Demolición de pozos	2	und	\$ 220.000,00	\$ 375.833,00	\$ 375.833	100%	\$ 375.833	2	und	\$ 375.833
INSTALACION DE TUBERIA AGUA POTABLE										
Inspección de terreno	4	dia	\$ 600.000,00	\$ 2.400.000,00	\$ 2.400.000	100%	\$ 2.400.000	4	dia	\$ 2.400.000
Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 2.400.000,00	\$ 2.400.000,00	\$ 2.400.000	100%	\$ 2.400.000	1	glb	\$ 2.400.000
Excavación										
Excavación manual	500	m3	\$ 35.000,00	\$ 17.500.000,00	\$ 17.500.000	100%	\$ 17.500.000	500	m3	\$ 17.500.000
Perfilado de terreno	200	m2	\$ 10.000,00	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000	100%	\$ 2.000.000	200	m2	\$ 2.000.000
Instalación de tubería										
Instalación de Tubería de 6"	418	ml	\$ 200.000,00	\$ 83.600.000,00	\$ 83.600.000	100%	\$ 83.600.000	418	ml	\$ 84.200.000
Instalación de Tubería de 4"	150	ml	\$ 180.000,00	\$ 27.000.000,00	\$ 27.000.000	100%	\$ 27.000.000	150	ml	\$ 28.000.000
Instalación de Tubería de 3"	90	ml	\$ 120.000,00	\$ 135.000,00	\$ 135.000	100%	\$ 135.000	1,125	ml	\$ 300.000
VALOR TOTAL			\$ 98.133.737,00	\$ 217.999.201,00	\$ 217.999.201,00		\$ 217.999.201			\$ 216.764.201

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 20 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 2

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
					PERIODO 2 - (30 NOVIEMBRE 2020)					
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PV -PERIODO 2	PERIODO 2	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 2		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR										
Demolición de pozos	2	und	\$ 220.000,00	\$ 64.167,00	\$64.167	100%	\$64.167	0,36	und	\$ 80.000
Excavación mecanica	4500	m3	\$ 25.000,00	\$ 112.500.000,00	\$112.500.000	100%	\$112.500.000	4500,00	m3	\$112.500.000
Instalación de compresor	1	und	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$5.000.000	100%	\$5.000.000	1	und	\$5.000.000
Instalación de camisa de acero	45	ml	\$ 2.000.000,00	\$ 54.750.000,00	\$54.750.000	100%	\$54.750.000	27	ml	\$55.000.000
INSTALACION DE TUBERIA AGUA POTABLE										
Instalacion de Tuberiade 3"	90	ml	\$ 120.000,00	\$ 10.665.000,00	\$10.665.000	100%	\$10.665.000	90	ml	\$10.665.000
Instalacion de Tuberia de 2"	80	ml	\$ 100.000,00	\$ 8.000.000,00	\$8.000.000	100%	\$8.000.000	80	ml	\$8.000.000
Tendido de Arena	200	m3	\$ 80.000,00	\$ 16.000.000,00	\$16.000.000	100%	\$16.000.000	200	m3	\$16.000.000
Relleno de Subbase	800	m3	\$ 100.000,00	\$ 58.000.000,00	\$58.000.000	100%	\$58.000.000	800	m3	\$58.000.000
VALOR TOTAL			\$ 98.133.737,00	\$ 264.979.167,00	\$ 264.979.167,00		\$ 264.979.167			\$ 265.245.000

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 21 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 3

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
					PERIODO 3 - (17 DICIEMBRE 2020)					
ACTIVIDADES	Unidad	CANTIDAD PLANEADA	Valor Unitario con AIU	PV - PERIODO 3	PERIODO 3	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 3		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
INSTALACION DE TUBERIA AGUA POTABLE										
Relleno de Subbase	800	m3	\$ 100.000,00	\$ 22.000.000,00	\$ 22.000.000	100%	\$ 22.000.000	\$ 220	m3	\$ 22.000.000
Instalacion en Cinta de señalizacion	400	ml	\$ 1.600,00	\$ 640.000,00	\$ 640.000	100%	\$ 640.000	\$ 400	ml	\$ 640.000
Instalación de accesorios	70	und	\$ 200.000,00	\$ 14.000.000,00	\$ 14.000.000	100%	\$ 14.000.000	\$ 70	und	\$ 14.000.000
Instalación de anclajes para accesorios	70	und	\$ 5.000,00	\$ 183.750,00	\$ 183.750	100%	\$ 183.750	\$ 37	und	\$ 183.750
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 98.133.737,00	\$ 77.940.732,00	\$ 77.940.732,00		\$ 36.823.750			\$ 36.823.750

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 22 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 4

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
					PERIODO 4 - (4 ENERO 2021)					
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PV -PERIODO 4	PERIODO 4	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 4		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	UNIDAD	COSTO ACTUAL
PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR										
Instalación de camisa de acero	45	ml	\$ 2.000.000,00	\$ -	\$ 35.250.000	100%	\$ 35.250.000	1,76	ml	\$ 38.000.000
Soldar camisa de acero	6	und	\$ 700.000,00	\$ 1.925.000,00	\$ 4.200.000	100%	\$ 4.200.000	6	und	\$ 4.520.000
Aplicación de zica boom dentro de la camisa de acero	1	glb	\$ 6.631.353,00	\$ 3.039.370,00	\$ 6.631.352	100%	\$ 6.631.352	1	glb	\$ 6.631.352
Intalacion de tuberiade30"	45	ml	\$ 750.000,00	\$ 33.750.000,00	\$ 33.750.000	100%	\$ 33.750.000	45	ml	\$ 33.750.000
Instalación de placafondo parapozo	2	und	\$ 750.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000	50%	\$ 750.000	1	und	\$ 750.000
Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	2	und	\$ 650.000,00	\$ 1.300.000,00	\$ 1.300.000	50%	\$ 650.000	1	und	\$ 650.000
Instalación cilindro para pozo inspD=1,20me+0,25m	2	und	\$ 553.728,00	\$ 1.107.456,00	\$ 1.107.456	50%	\$ 553.728	1	und	\$ 553.728
Instalación de cono de reducción	2	und	\$ 1.016.840,00	\$ 2.033.680,00	\$ 2.033.680	50%	\$ 1.016.840	1	und	\$ 1.016.840
Instalación de placa superior de pozo	2	und	\$ 939.340,00	\$ 1.017.618,00	\$ 1.017.618	50%	\$ 508.809	0,5	und	\$ 508.809
INSTALACION DE TUBERIA AGUA POTABLE										
Instalación de anclajes para accesorios	70	und	\$ 5.000,00	\$ 166.250,00	\$ 166.250	100%	\$ 166.250	33	und	\$ 166.250
Prueba de presión	1	glb	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000	100%	\$ 5.000.000	1	glb	\$ 5.000.000
Desinfección de tubería	1	glb	\$ 2.850.960,00	\$ 2.850.960,00	\$ 2.850.960	100%	\$ 2.850.960	1	glb	\$ 2.850.960
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 98.133.737,00	\$ 53.690.334,00	\$ 94.807.316,00		\$ 91.327.939			\$ 94.397.939

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 23 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 5

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO									
				PERIODO 5 - (21 ENERO 2021)					
ACTIVIDADES	Unidad	CANTIDAD PLANEADA	Valor Unitario con AIU	PERIODO 5	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 5		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES					PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO REAL
PERFORACIÓN DIRIGIDA (RAMMING) TRAMO AUTOPISTA SUR									
Instalación de placa fondo parapozo	2	und	\$ 750.000,00	\$ 750.000	100%	\$ 750.000	1	und	\$ 750.000
Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	2	und	\$ 650.000,00	\$ 650.000	100%	\$ 650.000	1	und	\$ 650.000
Instalación cilindro para pozo inspD=1,20m+0,25m	2	und	\$ 553.728,00	\$ 553.728	100%	\$ 553.728	1	und	\$ 553.728
Instalación de cono de reducción	2	und	\$ 1.016.840,00	\$ 1.016.840	100%	\$ 1.016.840	1	und	\$ 1.016.840
Instalación de placa superior de pozo	2	und	\$ 939.340,00	\$ 1.369.871	100%	\$ 1.369.871	1,45	und	\$ 1.369.871
Instalación de tapa alcantarillado con materia reciclado diametro0,70m	2	und	\$ 827.700,00	\$ 1.655.400	100%	\$ 1.655.400	2	und	\$ 1.655.400
Prueba de hermeticidad	2	glb	\$ 5.000.000,00	\$ 10.000.000	100%	\$ 10.000.000	2	glb	\$ 10.000.000
Inspección CCTV	2	glb	\$ 3.000.000,00	\$ 6.000.000	100%	\$ 6.000.000	2	glb	\$ 6.000.000
INSTALACIÓN ALCANTARILLADO PARALELO AUTOPISTA SUR									
Inspección de pozos	5	dia	\$ 600.000,00	\$ 3.000.000	100%	\$ 3.000.000	5	dia	\$ 3.000.000
Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 3.000.000,00	\$ 3.000.000	100%	\$ 3.000.000	1	glb	\$ 3.000.000
Demolición de tubería 18"	252	und	\$ 50.000,00	\$ 12.603.000	100%	\$ 12.603.000	252	und	\$ 12.603.000
Demolición de pozos	6	und	\$ 220.000,00	\$ 1.320.000	100%	\$ 1.320.000	6	und	\$ 1.320.000
Excavación mecánica	1143	m2	\$ 25.000,00	\$ 5.359.876	100%	\$ 5.359.876	214	m2	\$ 5.359.876
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 98.133.737,00	\$ 47.278.715,00		\$ 47.278.715			\$ 47.278.715

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 24 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 6

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
					PERIODO 6 - (8 FEBRERO 2021)					
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PV -PERIODO 6	PERIODO 6	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 6		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
INSTALACIÓN ALCANTARILLADO PARALELO AUTOPISTA SUR				\$ -						
Excavación mecánica	1143	m2	\$ 25.000,00	\$ 23.226.128,00	\$ 23.226.128	100%	\$ 23.226.128	928	m2	\$ 23.226.128
Instalación de lámina	1260	m2	\$ 10.000,00	\$ 12.603.000,00	\$ 12.603.000	100%	\$ 12.603.000	1260	m2	\$ 12.603.000
Retiro de lámina	1260	m2	\$ 10.000,00	\$ 12.603.000,00	\$ 12.603.000	100%	\$ 12.603.000	1260	m2	\$ 12.603.000
Intalacion de tuberíade27"	472	ml	\$ 420.000,00	\$ 198.309.712,00	\$ 198.309.712	100%	\$ 198.309.712	472	ml	\$ 198.309.712
Intalacion de tuberíade24"	600	ml	\$ 390.000,00	\$ 63.931.481,00	\$ 63.931.481	100%	\$ 63.931.481	164	ml	\$ 63.931.481
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 98.133.737,00	\$ 310.673.321,00	\$ 310.673.321,00		\$ 310.673.321			\$ 310.673.321

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 25 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 7

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
					PERIODO 7 - (25 FEBRERO - 2021)					
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PV -PERIODO 7	PERIODO 7	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 7		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
INSTALACIÓN ALCANTARILLADO PARALELO AUTOPISTA SUR				\$ -						
Intalacion de tuberíade24"	600	ml	\$ 390.000,00	\$ 169.875.079,00	\$169.875.079	0%	\$ -	0	ml	\$ -
Instalación de tuberíade18"	72	ml	\$ 280.000,00	\$ 20.095.645,00	\$20.095.645	0%	\$ -	0	ml	\$ -
Recebo B 200	400	m2	\$ 35.000,00	\$ 14.000.000,00	\$14.000.000	0%	\$ -	0	m2	\$ -
Base y Atraque triturado	250	m2	\$ 120.000,00	\$ 30.000.000,00	\$30.000.000	0%	\$ -	0	m2	\$ -
Subbase Granular B200	350	m2	\$ 90.000,00	\$ 31.500.000,00	\$31.500.000	0%	\$ -	0	m2	\$ -
Base Granular	300	m2	\$ 130.000,00	\$ 39.000.000,00	\$39.000.000	0%	\$ -	0	m2	\$ -
Instalación de placafondo para pozo	6	und	\$ 750.000,00	\$ 3.825.000,00	\$3.825.000	0%	\$ -	0	und	\$ -
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 98.133.737,00	\$ 308.295.724,00	\$ 308.295.724,00		\$ -			\$ -

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 26 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 8

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO									
					PERIODO 8 - (15 MARZO - 2021)				
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	PV -PERIODO 8	PV -PERIODO 8	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 8		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES					PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
INSTALACIÓN ALCANTARILLADO PARALELO AUTOPISTA SUR			\$ -						
Instalación de placafondo para pozo	6	und	\$ 675.000,00	\$675.000	0%	\$ -	0	und	
Construcción de cilindro de pozo en ladrillo recocido	6	und	\$ 3.900.000,00	\$3.900.000	0%	\$ -	0	und	
Instalación cilindro para pozo inspD=1,20me+0,25m	6	und	\$ 3.322.368,00	\$3.322.368	0%	\$ -	0	und	
Instalación de cono de reducción	6	und	\$ 4.728.306,00	\$4.728.306	0%	\$ -	0	und	
INSTALACIÓN DE TUBERÍA VIA DE ACCESO TUCANES			\$ -						
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 12.625.674,00	\$ 12.625.674,00		\$ -			\$ -

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 27 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 9

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
					PERIODO 9 - (1 ABRIL 2021)					
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PV -PERIODO 9	PERIODO 9	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 9		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
INSTALACIÓN ALCANTARILLADO PARALELO AUTOPISTA SUR				\$ -						
Instalación de cono de reducción	6	und	\$ 1.016.840,00	\$ 1.372.734,00	\$1.372.734	0%	\$ -	0	und	\$ -
Instalación de placa superior de pozo	6	und	\$ 939.340,00	\$ 5.636.040,00	\$5.636.040	0%	\$ -	0	und	\$ -
Instalación de tapa alcantarillado con material reciclado diametro 0,70m	6	und	\$ 827.700,00	\$ 4.966.200,00	\$4.966.200	0%	\$ -	0	und	\$ -
Prueba de hermeticidad	1	glb	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00	\$5.000.000	0%	\$ -	0	glb	\$ -
Inspección CCTV	1	glb	\$ 3.000.000,00	\$ 2.625.000,00	\$2.625.000	0%	\$ -	0	glb	\$ -
INSTALACIÓN DE TUBERÍA VIA DE ACCESO TUCANES				\$ -						
Inspección de pozos	10	dia	\$ 300.000,00	\$ -	\$3.000.000	100%	\$ 3.000.000	10	dia	\$ 4.000.000
Levantamiento topográfico	1	glb	\$ 3.000.000	\$ -	\$3.000.000	100%	\$ 3.000.000	1	glb	\$ 4.000.000
Demolicion de tubería 18"	700	m3	\$ 50.000,00	\$ -	\$35.000.000	50%	\$ 17.500.000	350	m3	\$ 17.500.000
Excavación mecánica	2000	m3	\$ 25.000,00	\$ -	\$50.000.000	50%	\$ 25.000.000	1000	m3	\$ 30.000.000
Instalación de lámina	5000	m2	\$ 10.000,00	\$ -	\$50.000.000	50%	\$ 25.000.000	2500	m2	\$ 25.000.000
Retiro de lámina	5000	m2	\$ 10.000,00	\$ -	\$50.000.000	50%	\$ 25.000.000	2500	m2	\$ 25.000.000
Intalacion de tuberíade 14"	100	ml	\$ 230.000,00	\$ -	\$23.000.000	50%	\$ 11.500.000	50	ml	\$ 11.500.000
Intalacion de tubería de 10"	50	ml	\$ 160.000,00	\$ -	\$2.400.000	50%	\$ 1.200.000	7,5	ml	\$ 1.200.000
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 98.133.737,00	\$ 19.599.974,00	\$ 235.999.974,00		\$ 111.200.000			\$ 118.200.000

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 28 - Plantilla de datos del valor ganado periodo 10

PLANTILLA DEL VALOR GANADO POR PERIODO										
					PERIODO 10 - (19 ABRIL - 2021)					
ACTIVIDADES	CANTIDAD PLANEADA	UNIDAD	Valor Unitario con AIU	PV -PERIODO 10	PV -PERIODO 10	VALOR GANADO		COSTO ACTUAL PERIODO 10		
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO URBANIZACIÓN LOS TUCANES						PORCENTAJE EJECUCIÓN	VALOR GANADO	Cantidades ejecutadas	Unidad	COSTO ACTUAL
INSTALACIÓN DE TUBERÍA VIA DE ACCESO TUCANES				\$ -						
Demolicion de tubería 18"	700	m3	\$ 50.000,00	\$ 35.000.000,00	\$17.500.000	100%	\$ 17.500.000	350	m3	\$ 17.500.000
Excavación mecánica	2000	m3	\$ 25.000,00	\$ 50.000.000,00	\$25.000.000	100%	\$ 25.000.000	1000	m3	\$ 30.000.000
Instalación de lámina	5000	m2	\$ 10.000,00	\$ 50.000.000,00	\$25.000.000	100%	\$ 25.000.000	2500	m2	\$ 25.000.000
Retiro de lámina	5000	m2	\$ 10.000,00	\$ 50.000.000,00	\$25.000.000	100%	\$ 25.000.000	2500	m2	\$ 25.000.000
Intalacion de tuberíade 14"	100	ml	\$ 230.000,00	\$ 23.000.000,00	\$11.500.000	100%	\$ 11.500.000	50	ml	\$ 11.500.000
Intalacion de tubería de 10"	50	ml	\$ 160.000,00	\$ 2.400.000,00	\$1.200.000	100%	\$ 1.200.000	7,5	ml	\$ 1.200.000
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 98.133.737,00	\$ 216.775.000,00	\$ 105.575.000,00		\$ 105.200.000			\$ 110.200.000

FUENTE: Elaboración propia

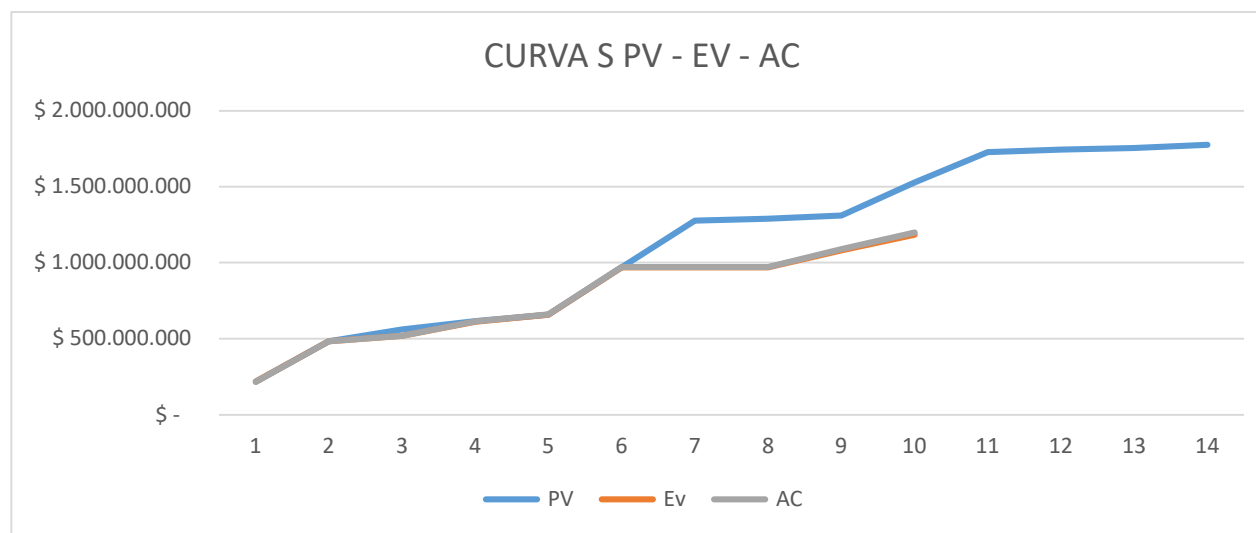
6.5.4 Curva S valor planeado PV, valor ganado EV, costo real AC, periodos del 1 al 10 del proyecto

En la ilustración se puede observar la curva S de las variables del valor ganado del proyecto, midiendo las variables PV, EV, AC. Información gráfica que permite identificar el comportamiento del proyecto hasta la fecha del último período analizado.

La curva S grafica los resultados obtenidos de la plantilla de datos del valor ganado por periodo y más adelante se describirán los resultados obtenidos, la interpretación y la toma de decisiones para el proyecto.

ACUMULADOS			CURVA S PV - EV - AC											
PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PV	\$ 217.999.201	\$ 482.978.368	\$ 560.919.100	\$ 614.609.434	\$ 658.408.772	\$ 969.082.093	\$ 1.277.377.817	\$ 1.290.003.491	\$ 1.309.603.465	\$ 1.526.378.465	\$ 1.727.765.965	\$ 1.743.028.465	\$ 1.754.971.561	\$ 1.775.404.113
Ev	\$ 217.999.201	\$ 482.978.368	\$ 519.802.118	\$ 611.130.057	\$ 658.408.772	\$ 969.082.093	\$ 969.082.093	\$ 969.082.093	\$ 1.080.282.093	\$ 1.185.482.093				
AC	\$ 216.764.201	\$ 482.009.201	\$ 518.832.951	\$ 613.230.890	\$ 660.509.605	\$ 971.182.926	\$ 971.182.926	\$ 971.182.926	\$ 1.089.382.926	\$ 1.199.582.926				

Figura 19. Curva S de PV - EV - AC



FUENTE: Elaboración propia

Nota: A la fecha de terminación de este trabajo de grado, el proyecto se encontraba en ejecución hasta el periodo 10.

6.5.5 Análisis de la curva S, PV-EV-AC entre los periodos uno (1) y diez (10)

En la gráfica de la curva S del PV-EV-AV, ver Figura 19, se evidencia un buen comportamiento en la ejecución del proyecto entre los periodos uno y seis, a pesar de diferencias mínimas entre lo planeado y lo ejecutado. En estos periodos no hay ninguna señal de alerta que indique que sea necesario tomar medidas preventivas o correctivas sobre posibles desfases en la ejecución.

- Una recomendación es continuar con el monitoreo cercano a cada una de las actividades del proyecto y comparar constantemente el comportamiento de la obra con las líneas base

En la gráfica se puede observar que en el período 3, el valor ganado está ligeramente por debajo del valor planeado, lo cual se debió a que durante el proceso de excavación del Ramming – cruce de la autopista sur, se encontró un tramo de gaseoducto que impidió proceder con la instalación de las tuberías en ese período, forzando un replanteamiento del diseño.

En el período 4, se observa que el costo real supera el valor planeado, y se debe a que las actividades del proceso de excavación Ramming – cruce de la autopista sur, que no se ejecutaron en el periodo 3, fueron iniciadas en el periodo 4, incrementando así los costos y las tareas planeadas para ese período.

En los periodos 7 y 8 se observa que no hay ningún avance en la ejecución del proyecto, ya que el valor ganado y el costo actual durante estos periodos es cero. En el periodo 7 inmediatamente se genera la primera alerta, debido a que el comportamiento del periodo representa un claro riesgo de no cumplir con el calendario del proyecto.

- Para prevenir más retrasos, se sugirió al gerente de la obra continuar la ejecución del proyecto con la instalación de tubería de agua potable, considerando que no tiene dependencia con ninguna de las actividades anteriores.
- Sin embargo, el gerente de obra y la organización decidieron suspender la ejecución y replantear los diseños del proceso de excavación Ramming – cruce autopista sur, además de elaborar una propuesta con las modificaciones realizadas en el proyecto, para presentar a la empresa de acueducto.

En el periodo 8, la situación es alarmante, debido a que se presentó el mismo comportamiento del periodo 7. El retraso en la ejecución de las actividades planeadas para estos periodos se debió, a que se presentaron dificultades con el proceso de excavación del Ramming – cruce autopista sur, ya que en el lugar donde está localizado, de acuerdo con los diseños realizados, se encontraron varias

interferencias en el terreno, que no aparecen registradas en los planos y que impidieron ejecutar las obras como fueron diseñadas.

- La empresa privada fundación compartir, realizó ante la empresa de acueducto, una propuesta que consistió en modificar la altura de la excavación del Ramming – cruce autopista sur, donde se modificaron las cotas de la tubería, con el fin de subir el sistema sin alterar los diámetros ni las pendientes de estas. Propuesta que para la finalización del periodo 8 no había sido aprobada por la empresa de acueducto, generando el retraso.
- En este periodo, se atediante la sugerencia de iniciar con la instalación de la tubería de agua potable, debido a que la ejecución de esta no depende de las aprobaciones pendientes por parte del acueducto.
- Para compensar el retraso de los periodos 7 y 8 y evitar un mayor desfase del tiempo y los costos del proyecto, se deben ejecutar la mayor cantidad de tareas posibles de la instalación de tubería de agua potable en el periodo 9 y de ser aprobada la propuesta presentada ante el acueducto, se debe ejecutar en paralelo la excavación del Ramming -cruce de autopista sur y la instalación de tuberías de agua potable.
- En el periodo 9 y 10 se puede evidenciar, la aplicación de la recomendación de continuar con la ejecución de la instalación de las tuberías de agua potable, que corresponde a un significativo incremento en el valor ganado, sin embargo, no son suficientes como para nivelar el proyecto en el calendario, según lo planeado

6.5.6 Indicadores de la gestión del valor ganado

En la Tabla 29, descrita continuación, se puede observar el resultado de los indicadores del proyecto desde el período 1 al 10. La información obtenida de la plantilla de datos del valor ganado permite formular los datos diligenciados en la tabla de indicadores y obtener los resultados de cada indicador.

CV – Variación del costo; indica la relación entre el desempeño real y los costos del proyecto

CPI – Índice de desempeño del costo; este indicador permite medir la eficacia del trabajo completado en la gestión del costo.

SV – Variación del cronograma; permite identificar si existen retrasos en el cronograma respecto a la línea base del cronograma.

SPI – Índice de desempeño del cronograma; permite conocer el estado del cronograma y predecir la fecha de conclusión del proyecto.

TCPI – Índice de desempeño para completar; indica el desempeño que debe realizarse en el proyecto para lograr el presupuesto al terminar (BAC).

EAC – Estimado a la conclusión; estima cuánto costará el proyecto cuando se haya completado.

ETC – Estimado hasta la conclusión; estima el costo para completar el proyecto.

Tabla 29 - Indicadores de desempeño del proyecto período 1 al 10

INDICADORES DEL PROYECTO											
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (BAC)		\$ 1.775.404.113									
DURACIÓN DEL PROYECTO POR PERIODOS		14									
INDICADOR	SIGLA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor planeado	PV	\$ 217.999.201	\$ 264.979.167	\$ 77.940.732	\$ 53.690.334	\$ 43.799.338	\$ 310.673.321	\$ 308.295.724	\$ 12.625.674	\$ 19.599.974	\$ 216.775.000
Valor ganado	EV	\$ 217.999.201	\$ 264.979.167	\$ 36.823.750	\$ 91.327.939	\$ 47.278.715	\$ 310.673.321	\$ -	\$ -	\$ 111.200.000	\$ 105.200.000
Costo actual	AC	\$ 216.764.201	\$ 265.245.000	\$ 36.823.750	\$ 94.397.939	\$ 47.278.715	\$ 310.673.321	\$ -	\$ -	\$ 118.200.000	\$ 110.200.000
PVc - Acumulado	PVc	\$ 217.999.201	\$ 482.978.368	\$ 560.919.100	\$ 614.609.434	\$ 658.408.772	\$ 969.082.093	\$ 1.277.377.817	\$ 1.290.003.491	\$ 1.309.603.465	\$ 1.526.378.465
Evc - Acumulado	Evc	\$ 217.999.201	\$ 482.978.368	\$ 519.802.118	\$ 611.130.057	\$ 658.408.772	\$ 969.082.093	\$ 969.082.093	\$ 969.082.093	\$ 1.080.282.093	\$ 1.185.482.093
Acc - Acumulado	Acc	\$ 216.764.201	\$ 482.009.201	\$ 518.832.951	\$ 613.230.890	\$ 660.509.605	\$ 971.182.926	\$ 971.182.926	\$ 971.182.926	\$ 1.089.382.926	\$ 1.199.582.926
Variación del costo	CV	\$ 1.235.000	\$ 265.833	\$ -	\$ 3.070.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7.000.000	\$ 5.000.000
CVc - Acumulado	CVc	\$ 1.235.000	\$ 969.167	\$ 969.167	\$ 2.100.833	\$ 2.100.833	\$ 2.100.833	\$ 2.100.833	\$ 2.100.833	\$ 9.100.833	\$ 14.100.833
Indice de desempeño del costo	CPIC	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99
Variación del cronogram	SV	\$ -	\$ -	\$ 41.116.982	\$ 37.637.605	\$ 3.479.377	\$ -	\$ 308.295.724	\$ 12.625.674	\$ 91.600.026	\$ 111.575.000
SVc - Acumulado	SVc	\$ -	\$ -	\$ 41.116.982	\$ 3.479.377	\$ -	\$ -	\$ 308.295.724	\$ 320.921.398	\$ 229.321.372	\$ 340.896.372
Indice de rendimiento del cronograma	SPIC	1,00	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	0,76	0,75	0,82	0,78
Indice del rendimiento del trabajo por completar	TCPI	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Indice de desempeño del costo	CPI	1,01	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,00	0,00	0,94	0,95
Estimado a la conclusión	EAC	1.765.346.167,51	1.777.185.237,93	1.775.404.113,00	1.835.084.542,52	1.775.404.113,00	1.775.404.113,00	0,00	0,00	1.887.165.163,28	1.859.786.437,76
Estimación hasta la conclusión	ETC	1.548.581.966,51	1.295.176.036,93	1.256.571.162,00	1.221.853.652,52	1.114.894.508,00	804.221.187,00	-971.182.926,00	-971.182.926,00	797.782.237,28	660.203.511,76

FUENTE: Elaboración propia.

6.6. INDICADORES DEL PROYECTO

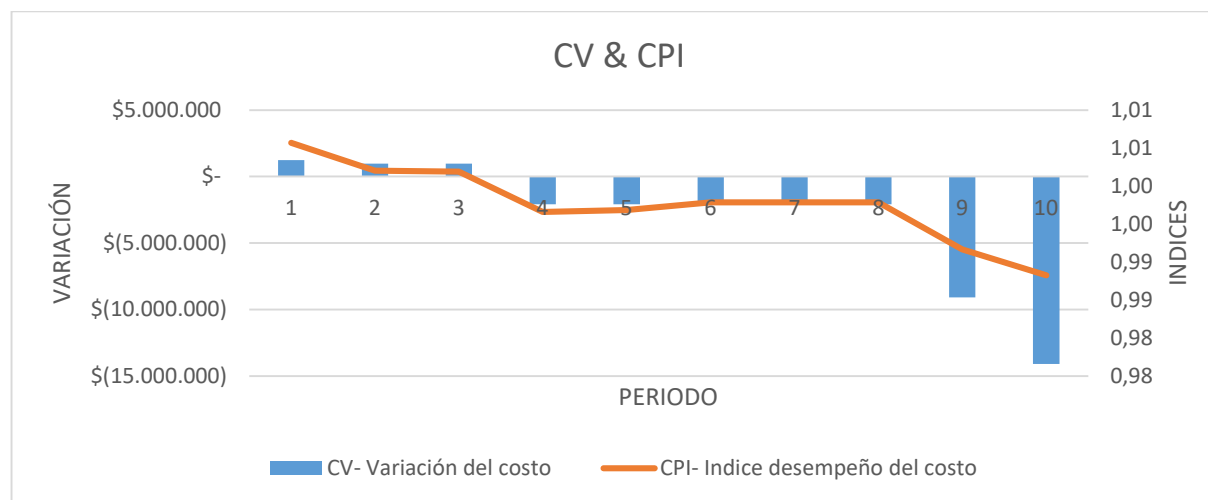
6.6.1 Variación del costo

Tabla 30 Indicadores de la variación del costo

VARIACIÓN DEL COSTO										
INDICADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CV- Variación del costo	\$ 1.235.000	\$ 969.167	\$ 969.167	-\$ 2.100.833	-\$ 2.100.833	-\$ 2.100.833	-\$ 2.100.833	-\$ 2.100.833	-\$ 9.100.833	-\$ 14.100.833
CPI- Indice desempeño del costo	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 20. Gráfico de la variación del costo



FUENTE: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura **20**, se realiza la siguiente interpretación:

- El (CV) - Variación del costo: ha sido negativa desde el periodo 4 hasta el periodo 8, aunque con variación despreciable porque el índice de desempeño del costo (CPI) hasta ese momento se mantuvo por encima de 1,0. Lo que indica que el dinero se usó de manera adecuada.
- En los periodos 9 y 10, se gastó más de lo planeado haciendo que el índice de desempeño del costo (CPI) sea inferior a 1,0. Evidenciando un mal uso del dinero en estos periodos.
- El sobrecosto evidenciado en los periodos 9 y 10, se debe a que, la excavación mecánica del proceso del Ramming – cruce de autopista sur, fue rediseñada, debido al gaseoducto encontrado, ocasionando sobre anchos en la excavación del tramo.

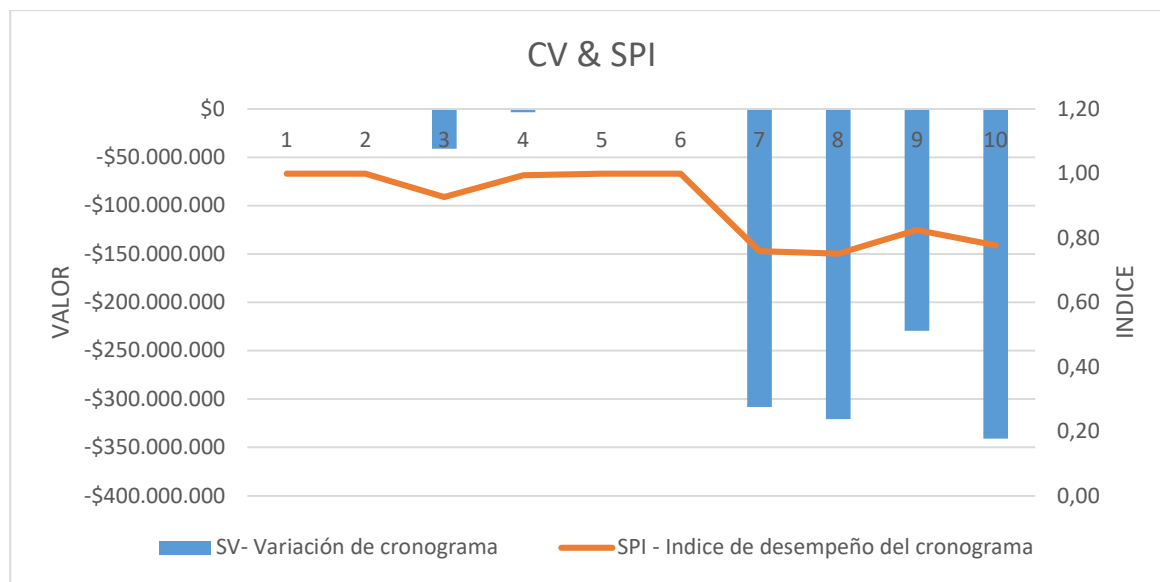
6.6.2 Variación del cronograma

Tabla 31 - Indicadores del cronograma del proyecto.

VARIACIÓN DEL CRONOGRAMA										
INDICADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SV- Variación de cronograma	\$0	\$0	-\$41.116.982	-\$3.479.377	\$0	\$0	-\$308.295.724	-\$320.921.398	-\$229.321.372	-\$340.896.372
SPI - Indice de desempeño del cronograma	1,00	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	0,76	0,75	0,82	0,78

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 21. Gráfico de la variación del cronograma



FUENTE: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 21 se realiza la siguiente interpretación;

- (SV) – Variación del cronograma: se puede evidenciar que en el periodo tres (3) hubo un significativo retraso en la ejecución de la obra, debido al gaseoducto encontrado durante el proceso de excavación del Ramming, el cual impidió la ejecución de las actividades programadas en el periodo. Sin embargo, a partir del periodo cuatro (4), se empezó a mostrar una recuperación en los retrasos del proyecto y para los periodos cinco (5) y seis (6) se logró superar el retraso y alinear el cronograma acorde a la planeación.
- Los periodos siete (7), ocho (8), nueve (9) y diez (10), evidencian un comportamiento negativo del proyecto indicando el retraso de la obra.
- (SPI) – Índice de desempeño del cronograma: este indicador evidencia la aceleración de la ejecución del proyecto en los periodos cuatro (4), cinco (5) y seis (6), que compensaron el retraso del periodo tres (3).
- El plan de acción para nivelar el proyecto en los periodos cuatro y cinco, consistió en ejecutar al 100% las actividades pendientes en el periodo tres. Sin embargo, es importante mencionar que algunas de las actividades programadas desde el inicio para el periodo cuatro se ejecutaron en un 50% de lo planeado, pero de igual manera se ejecutaron en un 100% en el periodo cinco, eliminando el riesgo de extender el cronograma de la obra.
- Entre los periodos 7 y 10, se evidencia un retraso en la ejecución por encima de \$300.000.000, que sugieren que la obra no podrá ser entregada dentro del calendario planeado, a menos que se incremente el desempeño de ejecución del cronograma como ocurrió entre los periodos 9 y 10, en donde el desempeño fue entre seis y siete veces más de lo planeado.
- A continuación, en la **Figura 22. Gráfico de Índices de desempeño del proyecto**, se puede observar que los indicadores del proyecto fueron positivos hasta el periodo 8, y a partir de los periodos 9 y 10 se aceleró significativamente la ejecución con respecto a la planeación

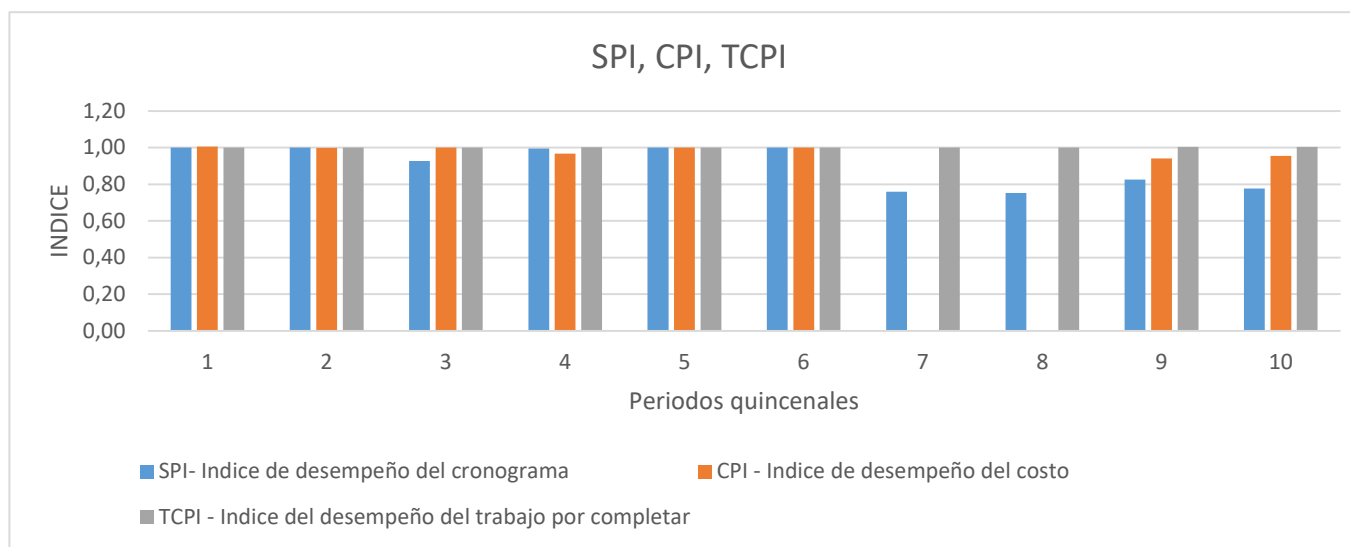
6.6.3 Índices de desempeño del proyecto SPI, CPI, TCPI

Tabla 32 – Índices de desempeño del proyecto.

INDICES DE DESEMPEÑO										
INDICADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SPI- Índice de desempeño del cronograma	1,00	1,00	0,93	0,99	1,00	1,00	0,76	0,75	0,82	0,78
CPI - Índice de desempeño del costo	1,01	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,00	0,00	0,94	0,95
TCPI - Índice del desempeño del trabajo por completar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 22. Gráfico de Índices de desempeño del proyecto



FUENTE. Elaboración propia.

6.7 USO DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO EN EL GERENCIAMIENTO DE LA OBRA

La implementación de la gestión del valor ganado, en el caso de estudio permitió al gerente de la obra controlar el comportamiento del proyecto durante la ejecución y tomar acciones correctivas y preventivas oportunamente, a continuación, se describen las alertas generadas por la gestión del valor ganado entre los periodos 1 y 10 y las decisiones del gerente de obra:

Entre los periodos 1 y 3 del proyecto se observa en la **Figura 19**, un buen comportamiento del proyecto, con algunas variaciones en el valor ganado y el costo actual en relación con la planeación.

- Esta información le permitió al gerente de obra hacer un monitoreo de las actividades siguientes y basado en las plantillas de datos de la planeación del proyecto, comparar constantemente la información y mantener el proyecto alineado con la planeación.

La primera alerta crítica del proyecto se genera en el periodo 7, debido a que el valor ganado y costo actual para el periodo fue de ceros, indicando como se ha mencionado anteriormente, que en ese periodo no hubo ejecución de las actividades debido a la necesidad de replantear los diseños de la tubería ocasionado por el gaseoducto encontrado durante la excavación, además varias interferencias del terreno que no aparecen registradas en los planos y lo cual impidió ejecutar las obras como fueron diseñadas.

- Se sugirió al gerente de obra, continuar la ejecución del proyecto con las actividades de la instalación de tubería de agua potable, debido a que estas actividades estaban programadas para la finalización de proyecto y no dependía de ninguna de las tareas pendientes
- Sin embargo, la decisión del gerente de obra y de la organización fue suspender las actividades y replantear los diseños del proceso de excavación Ramming – cruce autopista sur, y optaron por elaborar una propuesta con las modificaciones que se realizaron en el proyecto, para presentar a la empresa de acueducto.

En el periodo 8, se creó otra alarma crítica, debido a que en este periodo tampoco hubo ejecución de las actividades programadas.

- La propuesta realizada por La empresa privada fundación compartir ante la empresa de acueducto, con el objetivo modificar en el proyecto las cotas de la tubería y subir el sistema, sin alterar los diámetros ni las pendientes de esta, para la fecha de finalización del periodo 8 no había sido aprobada por

parte de la empresa de acueducto, generando de esta manera el retraso en el periodo.

- En este periodo, el gerente de obra decide iniciar con la instalación de la tubería de agua potable, debido a que la ejecución de esta no depende de las aprobaciones pendientes por parte del acueducto.
- Para compensar el retraso de los periodos 7 y 8 y evitar un mayor desfase del tiempo y los costos del proyecto, el gerente de obra decidió ejecutar las actividades de la instalación de tubería de agua potable en el periodo 9 junto con las tareas programadas para ese periodo, e inclusive planeó que, una vez aprobada la propuesta presentada ante el acueducto, se debe ejecutar en paralelo la excavación del Ramming -cruce de autopista sur y la instalación de tuberías de agua potable.

En el periodo 9 y 10 se puede evidenciar en la gráfica **Figura 19. Curva S de PV - EV - AC** la aplicación de la recomendación de continuar con la ejecución de la instalación de las tuberías de agua potable, logrando un significativo incremento en el valor ganado, sin embargo, no son suficientes como para nivelar el proyecto en el calendario, según lo planeado.

La tabla de indicadores del proyecto, ver Tabla 29, permitió al gerente del proyecto pronosticar que, al finalizar el proyecto, el estimado a la conclusión EAC, será de \$1.859.473,76 superando por \$84.382.324, el presupuesto planeado del proyecto. Además, el indicador del estimado hasta la conclusión ETC, le permitió identificar que le faltan por ejecutar \$660.203.511 para culminar el proyecto.

6.8 ANÁLISIS DOFA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL VALOR GANADO

Durante la gestión del valor ganado en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto urbanización los Tucanes, se identificaron algunos factores externos e internos de la obra, que pueden beneficiar o afectar el proyecto en relación con su condición actual.

Con el objetivo de tener claridad y una visión integral del estado real de la obra, se identificaron las siguientes debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas en la implementación de la gestión del valor ganado en el proyecto:

DEBILIDADES:

- No hay un proceso para el almacenamiento seguro de la documentación e información de los proyectos.
- No hay documentación sobre el proceso constructivo de los proyectos.
- No hay registro de lecciones aprendidas de proyectos anteriores
- Los cortes de obra no se realizan en los periodos planeados
- El contratista no suministra la información requerida para la gestión del valor ganado oportunamente

FORTALEZAS

- Alto compromiso e interés por parte de la organización y el director de proyectos en la implementación de la gestión del valor ganado en la obra.
- La organización reacciona rápidamente en la toma de decisiones críticas del proyecto, relacionadas con alertas generadas por el análisis de la gestión del valor ganado.
- Están definidos roles de los diferentes profesionales de obra.
- Suministro oportuno de la información existente de la obra por parte de la organización.
- Se cuenta con un personal administrativo y de obra con la preparación, conocimientos y experiencia necesaria para la ejecución del proyecto.

OPORTUNIDADES:

- Acceder a nuevas tecnologías de la información para la protección de los archivos y documentos del proyecto.
- Mitigar los riesgos del proyecto originados por la falta de la planeación y control.
- Establecer como precedente en la organización, la ejecución de un proyecto con desviaciones mínimas o nulas en el alcance, cronograma y presupuesto de la obra.

AMANAZAS:

- ✓ El bajo interés del contratista en la gestión del valor ganado
- ✓ Imprevistos generados por factores climáticos, agentes exógenos o problemas de orden público que afecten el funcionamiento de la organización
- ✓ Incumplimiento de las fechas de entregas por parte del contratista

7. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Con la implementación de la gestión del valor ganado, en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto urbanización los Tucanes, se da respuesta a la siguiente pregunta de investigación; ¿Qué resultados ofrece a la gerencia de obra, la gestión del valor ganado en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto urbanización los Tucanes?

La gestión del valor ganado permitió a la gerencia del proyecto, comparar el trabajo planificado con el trabajo efectivamente realizado durante la ejecución por periodo de la obra, y permitió determinar si los costos y los tiempos se cumplían según lo planificado. Entre los resultados obtenidos y analizados por la gestión del valor ganado, que permitieron al gerente de proyecto tomar decisiones asertivas en tiempo oportuno, se encuentran:

- ✓ Informes gráficos “Curvas S”, por períodos acumulados del proyecto, ver Figura 18 y las tablas de datos del valor ganado del proyecto, entre los periodos 1 y 14. Información que contiene el presupuesto de costos y las actividades que corresponden a los entregables del proyecto, y le permitieron al gerente de obra identificar la línea base del proyecto y comparar el comportamiento de este durante la ejecución por periodo.
- ✓ Se generó un diagrama de Gantt, con todas las actividades del proyecto que permitió al gerente de la obra identificar la duración del proyecto, las dependencias de cada tarea y generar la línea base del cronograma para controlar la ejecución. Ver Figura 17. Cronograma de la obra.
- ✓ El control del proyecto es una de las ventajas ofrecidas al gerente de obra por parte de la gestión del valor ganado, lo que permitió mediante una plantilla de datos de valor ganado, registrar y analizar los avances de cada actividad y los costos reales incurridos. Ver Figura 19. Curva S de PV - EV - AC.
- ✓ También se logró mediante el análisis de los indicadores del desempeño del proyecto, suministrar al gerente de obra informes gráficos con los resultados del proyecto por periodo y conocer el progreso presente de la obra y las tendencias futuras, estos indicadores permitieron analizar el desempeño del proyecto y tomar decisiones oportunamente.

8. NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO

La gestión del valor ganado, se puede aplicar en diferentes proyectos de la construcción, si bien, la empresa privada Fundación Compartir, actualmente se encuentra ejecutando la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización los Tucanes, y cuentan con gran experiencia en proyectos de instalación de tuberías y alcantarillado, también se dedican a la construcción de todo tipo de proyectos de obra civil, para los cuales se puede aplicar la gestión del valor ganado implementados en el presente caso de estudio.

Las plantillas de datos y toda la herramienta técnica requerida para la gestión del valor ganado en el proyecto, quedan a disposición de la organización y del gerente de obra, para aplicar la técnica en futuros proyectos.

A continuación, se menciona el contenido de la herramienta elaborada en Excel, que permite el cálculo adecuado de todas las variables de la gestión del valor ganado, los cuales se han descrito detalladamente durante el desarrollo del presente documento de investigación:

- Plantilla del presupuesto detallado de la obra
- Plantilla de datos de la línea base del valor planeado del proyecto y la representación gráfica de la curva S del valor planeado.
- Plantilla de datos de la gestión de datos del valor ganado por periodo y la representación gráfica de los resultados.
- Tabla de indicadores de gestión del proyecto
- Informes gráficos de los indicadores de desempeño de la gestión del valor ganado.

9. CONCLUSIONES

En la implementación de la gestión del valor ganado, es necesario tener claro los conceptos y las definiciones de las variables del valor ganado, lo que permite saber en qué fase de la ejecución se deben aplicar las herramientas de mediciones y cálculos, que proporcionan información de alto valor para el director de la obra durante la ejecución del proyecto. Para el caso en estudio, la herramienta usada durante la implementación de la gestión del valor ganado y que garantizó el control y la gestión durante las mediciones del proyecto fue la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, la guía PMBOK.

Los resultados obtenidos de la gestión del valor ganado del proyecto, permitió generar tres alertas críticas durante los diez primeros periodos evaluados. La primera alerta se generó en el periodo tres (3), la gráfica del valor ganado muestra una variación en el valor ganado y el costo actual, por debajo de la planeación, el gerente de obra usó la información obtenida para tomar decisiones y corregir en los siguientes periodos la variación en las variables del valor ganado.

Otra alerta crítica del proyecto se genera en el periodo 7, debido a que los resultados indicaron que para ese periodo no hubo ejecución de las actividades programadas. El gerente de obra argumentó lo sucedido en el periodo, y pudo realizar un plan de acción para recuperar atraso en el periodo.

En el periodo 8, se creó otra alarma crítica, debido a que en este periodo tampoco hubo ejecución de las actividades, los resultados de la gestión del valor ganado permitieron al gerente de obra identificar que actividades del proyecto se podían realizar sin que se afectara el presupuesto y cronograma de la obra, y a su vez acelerar la ejecución de las tareas y evitar un desfase significativo del cronograma. Sin embargo, los pronósticos para el periodo 10 indican que, de no tomar acciones correctivas, el proyecto ya no se podrá entregar a tiempo.

Es muy importante contar con el interés y apoyo de los involucrados en la ejecución de la obra, debido a que el suministro oportuno de la información es indispensable para que las mediciones de las actividades se realicen bajo los tiempos, que permitan la reacción inmediata en algún momento crítico del proyecto. Para el presente caso de estudio, se obtuvo oportunamente el contrato, el presupuesto y el cronograma de actividades de la obra. Si bien, se presentaron retrasos en la entrega de los cortes de obra, la gestión del valor ganado generó resultados y análisis dentro de los periodos oportunos para la toma de decisiones.

La implementación de la gestión del valor ganado en los proyectos de construcción de obra civil es fácil de usar, no se requiere de una gran inversión económica y la capacitación del personal involucrado en la ejecución de la obra se puede realizar en poco tiempo. Para la implementación del caso de estudio, concientizar al personal de obra, sobre la importancia y las ventajas de la aplicación de la técnica del valor ganado, se realizó en poco tiempo y facilitó la obtención oportuna de la información requerida para el desarrollo de la gestión del valor ganado. La principal dificultad que se encontró fue la autonomía por parte del contratista para decidir en qué fecha realizar los cortes de obra, dificultando un poco la obtención de la información sobre el avance de las actividades en los tiempos planeados, sin embargo, las mediciones fueron eficientes y se arrojaron resultados a tiempo.

Para implementar la técnica de la gestión del valor ganado en los proyectos, no es necesario contar con programas empresariales o softwares sofisticados y especializados en la gestión de proyectos. Sin embargo, es indispensable contar con un software de gestión de proyectos, para la planeación del proyecto y creación del cronograma de actividades de la obra. Las mediciones y los cálculos de la gestión del valor ganado, además de los informes gráficos, se realizaron en hojas de cálculo de Excel, debidamente programadas para la eficiente actualización y diligenciamiento de la información.

La presentación gráfica de los informes y resultados de la gestión del valor ganado facilita la interpretación del estado actual y futuro del proyecto, permiten fácilmente tener una percepción global y específica del comportamiento del proyecto, además de agilizar la toma de decisiones ante situaciones críticas y posteriormente analizar cómo reacciona la obra ante cada acción correctiva o preventiva aplicada. En el caso de estudio se realizaron representaciones gráficas como; la curva S de la línea base del presupuesto total del proyecto, curva S del costo real y curva S del valor ganado, además de los indicadores de variación de cronograma, indicadores del trabajo completado y costos del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

I. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Sixth Edition and Agile Practice Guide., Sexta edición ed., 2018, p. 261.

C. W. J. Y. S. S. & H. A.-R. Z. ZHAN, «Earned Value Analysis, implementation barriers, and maturity level in oil & gas,» *South African Journal of Industrial Engineering*, vol. 30(4), pp. 44-59, December 2019.

R. C. M. BENJAMIN KOKE, «Earned Green Value management for project management:,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 180-197, 2019.

PROJECT MANAGEMENT INSTITU,, The standard for earned value management, GLOBAL STANDARD, Project Management Institute, issuing body., Inc., 2019..

K. AROCA, «RADIO NACIONAL DE COLOMBIA,» 2016 Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://www.radionacional.co/noticia/actualidad/proyecto-reficar-fue-mal-planeado-desde-el-comienzo-minhacienda>. [Último acceso: 18 Octubre 2020].

R. N. Quimbay Herrera, «Factores que influyen en la productividad de la construcción en Colombia.,» Bogotá.

L. M. MORALES ROSAS, «Trabajo de grado (Aplicación de la gestión del valor ganado según los lineamientos PMI para el control de costos de la ejecución del proyecto de vivienda Hacienda Madrid el Prado en la Constructora Bolívar) 2016,» 2016.

J. MESA DIVANTOQUE, «Trabajo de grado (Análisis de implementación del método de valor ganado para el control de proyectos de cableado estructurado), 2013,» 2013.

M. P. ANETA ZIÓŁKOWSKA, «Application of the EVM method and its extensions in the implementation of construction objects,» *Engineering structures and technologies* , pp. 189-196, 2016.

C. W. ., N. B. M. C. F. C. I. A. P. M. F. O. B. E. U. O. M. HAMZAH ABDUL-RAHMAN, «Project performance monitoring methods used in malasia and perspectives of introducing eva as a standard approach,» *Journal of civil engineering and management* , pp. 445-454, 2010.

P. C. MR. MARK T. CHEN, «The ABCs, of earned Value Application,» *AACE International Transactions*, pp. 1-8, 2008.

V. F. MATTOS D. Aldo, Métodos de planificación y control de las obras, del diagrama de barras al BIM, Reverté, 2014.

J. S. MUÑOZ MARTINEZ, *Trabajo de grado (Optimización de las líneas base de costo y tiempo de un proyecto inmobiliario, mediante el empleo de la estructura de descomposición del trabajo (EDT))*, Universidad Católica de Colombia, Bogotá 2017, p. 107.

B. M. R. C. KOKE, «Earned Green Value management for project management:,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 180-197, 2019.

P. C. J. F. B. S. Y. R. F. GRANDE, «Nueva metodología de estimación de la duración del proyecto en base a métrica de valor ganado. XIV,» *International Congress on Project Engineering.*, 2010.

D. NAVARRO, «Seguimiento de proyectos con el Análisis del Valor Ganado.,» pp. 1-13, 2011.

E. V. K. RUEDA, «Trabajo de grado (Elaboración de curvas s patrón y su aplicación al método de la gestión del valor ganado, en la planeación de proyectos de construcción vial en la provincia de pichincha – ecuador),» 2019.

Aplicación de EVM a ruta crítica, Estudio de caso, 2014.

D. Filip, «Henry Laurence Gannt Contribution to science Management.,» *Review of Management & Economic Engineering*, vol. 8, pp. 213-218, 19 Noviembre 2009.

CONGRESO DE COLOMBIA, «Ley 2020 de 2020 "Por medio de la cual se crea el registro nacional de obras civiles inconclusas de las entidades estatales y se dictan otras disposiciones",» Bogotá, 2020.

L. Y. PINZON MUÑOZ, «Trabajo de grado (Implementación de la técnica EVM - proyecto "infraestructura educativa, aulas y baterías temporales en el departamento de Risaralda),» 2014.

F. LACOUTURE CARVAJAL, «Trabajo de grado (Implementación de la metodología del valor ganado en un proyecto de infraestructura vial),» 2014.

M. J. GONZALES REDONDO, «Trabajo de grado (La Lógica Fuzzy y su aplicación en la limitación de recursos),» 2012-2013.

L. S. A. MOSLEMI NAENI, «Evaluación de los índices de valor ganado difusos y estimaciones mediante la aplicación de cortes alfa,» *The Journal of Project Management*, vol. 38, pp. 8193-8198, 2011.

O. K. WaltLipke, «Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes,» *International Journal of project management*, vol. 27, pp. 400-407, 2009.

A. ., AMBRIZ, «Managing earned value and its application,» *Project Management Institute.*, 2008.

C.W. Reichel, «Earned value management systems (EVMS): "you too can do earned value management",» *Paper presented at PMI® Global Congress*, 2006.

W. G. R. M. EUNHONGKIM, «A model for effective implementation of Earned Value Management methodology,» *International Journal of Project Management*, vol. 21, pp. 375-382, 2003.

W. F. Abba., «How earned value got to primetime: a short look back and glance ahead,» *Paper presented at Project Management Institute Annual Seminars & Symposium*, 2000.

IEH GRUPON SA, «REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS DISEÑOS DEL ACUEDUCTO COMPLEMENTARIO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO EN LA CIUDAD DE IBAGUE,» NOVIEMBRE 2013. [En línea]. Available: <http://contratacion.ibal.gov.co/documents/2017/139/Gu2aaKVaeiovmG670JBAAyPpFmGG6pz5jXDdJRYy.pdf>. [Último acceso: 20 ABRIL 2021].

G. N. V. CONDORI, «APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO COMO HERRAMIENTA DE CONTROL DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2017,» 2018. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/melis/OneDrive/ESPECIALIZACI%C3%93N/TRABAJO%20DE%20GRADO/DOCUMENTOS/TESIS%20-%20ALTIPLANO%20APLICACION.pdf>.

G. R. VALDERRAMA G. FERNANDO, «Dos modelos de aplicación del método del valor ganado (EVM) para el sector de la construcción,» *Escuela Técnica Superior de Topografía, Geodesia y Cartografía Universidad Politécnica de Madrid*, pp. 58-73, 2010.

Normas Técnicas de ICONTEC NTC 1486., «Normas de presentación para trabajos de grado,» 23 Julio 2008. [En línea]. Available: https://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/CIPS/2018_1/Documents/NORMAS_ICONTEC_1486_Sexta_Actualizacion_2008.pdf. [Último acceso: 15 Septiembre 2020].

W. F. Abba, «The Evolution of Earned Value Managent,» *Defense AT&L*, pp. 2-5, 2017.